

Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos

FASCÍCULO 2

Características geométricas
para rodovias para tráfego
motorizado



Autoria

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Sandra Vieira

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

Carlos Roque

Bolseiro de Pós-Doutoramento, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

Elisabete Arsénio

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

João Manuel Serra Garcia Ferreira

Bolseiro de Investigação, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

João Lourenço Cardoso

Investigador Principal com Habilitação, Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança



Colaboração

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Cristina Sousa

Técnica Superior

José Pereira Gil

Técnico Superior

Cristina Cabral

Assistente Técnica

Paulo Miranda

Assistente Técnico



Coordenação

POR PARTE DO INSTITUTO DA MOBILIDADE
E DOS TRANSPORTES, I.P.

Ana Cristina Silva

Técnica Superior

João Couto

Técnico Superior

Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos

Guidelines for the design of urban roads

FASCÍCULO 2

Características geométricas para
rodovias para tráfego motorizado

BOOKLET 2

*Geometric characteristics for
roads with motorized vehicles*

Resumo Abstract

O presente trabalho insere-se no âmbito de um protocolo entre o IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e destina-se a dar resposta à medida 25.92 do objetivo estratégico “Infraestruturas Mais Seguras” da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária – PENSE2020, consistindo na elaboração de uma norma técnica para aplicação a arruamentos urbanos, que possa contribuir para promover a melhoria da segurança da rede rodoviária municipal, designadamente através da adoção, no País, de critérios uniformes no dimensionamento do traçado e no ordenamento da envolvente dos arruamentos urbanos, aspetos importantes para a obtenção de rodovias autoexplicativas necessárias para a pretendida abordagem do Sistema Seguro.

A norma técnica está organizada em quatro fascículos, destinados a contemplar os fundamentos sobre utentes e rede rodoviária, as características geométricas para rodovias com tráfego motorizado e não motorizado e as medidas de acalmia de tráfego aplicáveis a cada tipo de arruamento.

Neste Fascículo II, relativo às características geométricas para rodovias com tráfego motorizado, incluem-se considerações sobre as características dos diferentes tipos de vias, consoante o nível hierárquico, inclusive para atravessamentos de povoação e zonas de 30km/h. São também apresentados os elementos específicos para o transporte público (autocarros, elétricos e táxis) e para o estacionamento, relevantes para o adequado desenho da envolvente urbana.

Palavras-chave: Norma de traçado / Arruamentos urbanos / Ambiente rodoviário

This work refers to the study requested to the National Civil Engineering Laboratory, IP (LNEC) by IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (the Portuguese Institute for Mobility and Transport), aiming at responding to the measure 25.92 of the strategic objective “Safer Infrastructures” of the National Road Safety Strategy – PENSE2020, and falls within the scope of the protocol between these two institutions. The purpose of the study is to elaborate a technical standard for application to urban streets, which may contribute to promote the improvement of the municipal road network, namely through the adoption of uniform criteria in the dimensioning of the route and the planning of the urban street environment, at the national level. These are essential aspects to obtain self-explanatory roads necessary for the intended Safe System approach.

The technical standard is organised into four volumes, designed to cover the fundamentals of road users and the road network, the geometric characteristics for motorized and non-motorized roads, and traffic calming measures applicable to each street type.

In Volume II, about the geometric characteristics for roads with motorized vehicles, considerations are drawn on the characteristics of the different types of roads, depending on their hierarchical level, including also cross-town links (through roads) and 30km/h zones. Specific elements for public transport (buses, trams and taxis) and for parking, relevant for the design of the urban road environment, are also presented.

Keywords: Design standard / Urban roads / Streets / Road environment

Lista de Abreviaturas

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials
ACAPO – Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal
a_{cp} – Aceleração Centrípeta
AIPCR – Association Mondiale de la Route
ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
Austroads – Organisation of Road Transport and Traffic Agencies in Australia and New Zealand
BRT – Bus Rapid Transit
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE – Código da Estrada
CEREMA – Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CERTU – Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques
CROW – Information and Technology Centre for Transport and Infrastructure
CRR – Centre de Recherches Routières
DF – Delimitação de Fronteira
DfT – Department for Transport
DGT – Direção Geral de Transportes de Genéve
DGV – Direção-Geral de Viação
DOT – Conjunto de dispositivos de Ordenamento do Tráfego
DV – Distância de visibilidade
DVC – Distância de Visibilidade para Manobra de Contorno
DVD – Distância de Visibilidade de Decisão

DVP – Distância de visibilidade de paragem
DVU – Distância de Visibilidade de Ultrapassagem
ECC – Estações Centrais de Camionagem
F_{rc} – Força de Reação Centrífuga
F_{at} – Superfície do Pavimento
F_{cp} – Força Centrípeta
FHWA – Federal Highway Administration
FPH – Fator de Ponta Horário
f_{tmin} – Coeficiente de Atrito Transversal mínimo
f_{tmax} – Coeficiente de Atrito Transversal máximo
g – Aceleração da Gravidade
HCM – Highway Capacity Manual (Manual de Capacidade de Estradas)
IC – Itinerário Complementar
IHIE – Institute of Highway Incorporated Engineers
IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
IMTT, I.P. – Instituto de Mobilidade e Transportes Terrestres, I.P.
InIR – Instituto das Infraestruturas Rodoviárias
IP – Itinerário Principal
ISA – Intelligent Speed Adaptation
ITE – Institute of Transportation Engineers
ITF – International Transport Forum
ITS – Intelligent Transport Systems (Sistemas Inteligentes de Transporte)
JAÉ – Junta Autónoma de Estradas
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P.
LR_{máx} – Comprimento máximo do alinhamento reto
LR_{mín} – Comprimento mínimo do alinhamento reto
LRV – Lombas Redutoras de Velocidade

LV – Conjunto de dispositivos para Limitação de Velocidades
M – Massa
MOP – Ministério das Obras Públicas
OE – Outras Estradas
OECD – Organization of Economic Cooperation and Development
ONU – United Nations Organization
P – Peso do Corpo
PDU – Plano de Deslocações Urbanas
PENSE – Plano Estratégico Nacional de Segurança Rodoviária
PIARC – Word Road Association
PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território
PRP – Prevenção Rodoviária Portuguesa
PUV – Dispositivos para Passagens para Peões ou Velocípedes
R – Raio de Curvatura
RRN – Rede Rodoviária Nacional
RST – Regulamento de Sinalização e Trânsito
RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios
SA – Standards Australia
SAE – Society of Automotive Engineers
Se – Sobrelevação
SL – Sobrelargura
SMTC Tisséo – Tisséo Voyageurs, Tisséo Collectivités, Tisséo Ingenieire
SNRIPD – Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência
SWOV – Institute for Road Safety Research
TM – Conjunto de dispositivos para Tráfego Misto

TMD – Tráfego Médio Diário
TMDA – Tráfego Médio Diário Anual
TP – Transporte Público
TRB – Transportation Research Board
UITP – The International Association of Public Transport
V – Velocidade do Veículo
V₈₅ – Percentil 85 da distribuição de velocidades
V_B – Velocidade Base
VHP – Volume Horário de Projeto
VI – Conjunto de dispositivos para Velocípedes em Intersecções
VLE – Veículos Ligeiros Equivalentes
VSC – Conjunto de dispositivos para Velocípedes em Secção Corrente
VT – Velocidade não impedida
ZDC – Zonas de Coexistência
ZEDL – Zonas de Estacionamento de Duração Limitada

Índice

01. Introdução 16

02. Características dos diferentes tipos de vias, consoante o nível hierárquico 18

2.1	Perfil transversal-tipo	18
2.1.1	Largura das vias de trânsito	20
2.1.2	Largura das rodovias com velocípedes	21
2.1.3	Largura dos passeios	24
2.1.4	Estacionamento	26
2.1.5	Inclinações transversais	27
2.1.6	Sobrelarguras	28
2.1.7	Separadores	29
2.1.8	Refúgios	30
2.1.9	Bermas e Lancis	32
2.2	Traçado em planta	33
2.2.1	Alinhamentos retos	33
2.2.2	Alinhamentos curvos	34
2.2.3	Homogeneidade	34
2.3	Traçado em perfil longitudinal	34
2.3.1	Trainéis	35
2.3.2	Concordâncias verticais	35
2.4	Cruzamentos	37
2.4.1	Tipos de cruzamentos	38
2.4.2	Seleção, conceção e dimensionamento	41

03. Atravessamentos de povoação 46

3.1	Enquadramento	46
3.2	Soluções aplicáveis	48
3.3	Seccionamento de um atravessamento urbano	50
3.3.1	Zona de transição	54
3.3.2	Portões	57
3.3.3	Arruamento na zona urbana	58

04. Zonas 30 66

4.1	Conceito	66
4.2	Bases e princípios para implementação	67
4.3	Medidas de Acalmia de Tráfego passíveis de aplicação	72

05. Elementos específicos para transporte público 76

5.1	Paragem de transporte coletivo em zonas urbanas	78
5.1.1	Acessibilidade universal	78
5.1.2	Tipologias das paragens	79
5.1.3	Critérios para a configuração de uma paragem	80
5.1.4	Paragem de autocarro em linha num sentido de circulação (Tipo A-1)	80
5.1.5	Paragem de autocarro em linha em ambos os sentidos de circulação (tipo A-2)	80
5.1.6	Paragem de autocarro avançada com alargamento de passeio, estacionamento adjacente (Tipo B)	80
5.1.7	Paragem de autocarro encaixada (Tipo C)	82
5.1.8	Paragem de autocarro na proximidade de rotunda	83
5.1.9	Paragem de autocarro na proximidade de intersecção	83
5.1.10	Paragens de autocarros na proximidade de passagem para peões	85
5.1.11	Paragens de autocarros na proximidade de pistas para velocípedes	85
5.1.12	Medidas de prevenção do estacionamento ilegal em paragens de autocarro	86
5.2	Praças de táxis	88
5.3	Abrigos para passageiros	88
5.4	Interfaces	89

06. Estacionamento 92

6.1	Princípios gerais	92
6.2	Tipos de Estacionamento	94
6.3	Características Físicas dos Lugares de Estacionamento	100
6.3.1	Estacionamento de veículos ligeiros de passageiros	100
6.3.2	Estacionamento adaptado a pessoas com mobilidade condicionada	103
6.3.3	Estacionamento de veículos motorizados de duas rodas	105
6.3.4	Estacionamento para carga e descarga de veículos pesados de mercadorias	106
6.3.5	Zonas de paragem para tomada e largada de passageiros	110

Referências bibliográficas 114

Índice de figuras

Figura 2.1 – Perfil transversal tipo de vias de tráfego para velocípedes (adaptado de AASHTO, 2012).	22	Figura 3.3 – Entrada em ambiente urbano, com presença de uma rotunda (adaptado de Silva, et al., 2011b).	55	Figura 5.2 – Largura do elétrico (CEREMA, 2016).	77	Figura 5.11 – Configuração de paragem com estacionamento alternado (SMTTC Tisséo, 2016).	84
Figura 2.2 – Perfil transversal tipo de pistas para velocípedes bidirecionais (adaptado de AASHTO, 2012).	23	Figura 3.4 – Disposição recomendada dos elementos verticais na aproximação do portão de entradas da zona urbana (adaptado de Silva, et al., 2011b).	55	Figura 5.3 – Configuração de paragem de autocarro acessível.	78	Figura 5.12 – Localização da paragem na proximidade de passagem para peões (CEREMA, 2018).	84
Figura 2.3 – Exemplo de distâncias de reserva e larguras efetivas de obstáculos (adaptado de TRB, 2010).	25	Figura 3.5 – Domínio de aplicação privilegiado das intersecções prioritárias (Department for Transport, 1995, referido em Silva, et al., 2011b).	56	Figura 5.4 – Configuração do cais acessível da paragem de autocarro (CEREMA, 2018).	79	Figura 5.13 – Disposição do espaço numa paragem de autocarros junto a pista para velocípedes, com abrigo junto ao cais de acesso aos veículos	85
Figura 2.4 – Exemplo de separador central com lancil (adaptado de AASHTO, 2012).	30	Figura 3.6 – Solução para limites de Zonas 30 com construção destacada da saída (CROW, 1998).	62	Figura 5.5 – Configuração de uma paragem em linha sem estacionamento adjacente – Tipo A-1 (SMTTC Tisséo, 2016).	81	Figura 5.14 – Disposição do espaço numa paragem de autocarros junto a via de tráfego para velocípedes, com abrigo junto ao cais de acesso aos veículos	86
Figura 2.5 – Dimensões de refúgio para peões (adaptado de SNRIPD, 2006 e Seco, et al., 2008b).	31	Figura 3.7 – Solução simples para limites de Zonas 30 (CROW, 1998).	62	Figura 5.6 – Configuração de paragens em linha em arruamento sem estacionamento de veículos na área adjacente – Tipo A-2 (adaptado de CEREMA, 2016).	81	Figura 5.15 – Localização da paragem na proximidade de vias de tráfego para velocípedes (CEREMA, 2018)	86
Figura 2.6 – Velocidades de circulação, em função da largura da rua e da distância de visibilidade para a frente (Adaptado de York et al., 2007).	33	Figura 3.8 – Solução para limites de Zonas 30 com emboquilhamento de túneis ou edificações (CROW, 1998).	63	Figura 5.7 – Configuração de uma paragem sem estacionamento de veículos na área adjacente – Tipo B (adaptado de CEREMA, 2016).	81	Figura 5.16 – Medida para prevenir o estacionamento ilegal em paragem avançada de autocarro (Seco, A. et al., 2008)	87
Figura 2.7 – Tipologia de cruzamentos admissíveis e sua capacidade potencial (adaptado de Seco et al., 2008c).	43	Figura 3.9 – Solução para limites de Zonas 30 em secção corrente (CROW, 1998).	65	Figura 5.8 – Configuração de uma paragem de fim de linha encaixada – Tipo C (adaptado de CEREMA, 2016).	82	Figura 5.17 – Paragem de autocarro acessível com abrigo (adaptado de CEREMA, 2018).	89
Figura 3.1 – Seccionamento de um atravessamento urbano em zonas de intervenção distintas.	51	Figura 4.1 – Sinais de início e fim de Zona 30 (G4a e G10, respetivamente).	71	Figura 5.9 – Configuração de paragem de autocarro junto a rotunda (STIF, 2011).	83	Figura 5.18 – Configuração geométrica de uma estação terminal de autocarros (SMTTC Tisséo, 2016).	91
Figura 3.2 – Localização de portão de entrada em trecho de atravessamento de espaço urbano (Silva et al., 2011a).	53	Figura 4.2 – Perfil de velocidades desejado numa Zona 30.	75	Figura 5.10 – Configuração de paragem de autocarro junto a intersecção (CEREMA, 2018).	83		
		Figura 5.1 – Largura de vias unidirecionais (a) e bidirecionais (b) reservadas ao TC de passageiros (adaptado de CEREMA, 2016)	77				

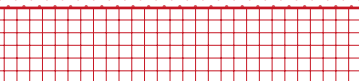
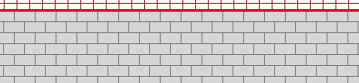
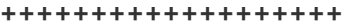
Índice de quadros

Figura 6.1 – Configuração dos lugares de estacionamento e das vias de acesso em parque (Seco, A. et. al., 2008).	98	Figura 6.11 – Estacionamento oblíquo de veículos pesados de mercadorias de grande dimensão (adaptado de Littlefield, D., 2011).	109	Quadro 2.1 – Parâmetros de dimensionamento do perfil transversal tipo (adaptado de Portaria n.º216–B/2008, de 3 de Março).	19	Quadro 2.10 – Desenvolvimento mínimo das concordâncias (conforto óptico) consoante o nível hierárquico.	36
Figura 6.2 – Parâmetros geométricos para a definição de lugares de estacionamento adjacentes à via pública (Seco, A. et. al., 2008).	99	Figura 6.12 – Exemplo de sinalização de local de estacionamento e paragem proibidos das 7 às 20 h, exceto para cargas e descargas	111	Quadro 2.2 – Categorização funcional para as vias urbanas.	20	Quadro 2.11 – Raio equivalente mínimo das concordâncias (variação da aceleração vertical) consoante o nível hierárquico.	36
Figura 6.3 – Estacionamento longitudinal (adaptado de CEREMA, 2016).	101			Quadro 2.3 – Largura mínima das vias – vias reservadas a automóveis e motociclos (adaptado de CROW, 1998).	21	Quadro 2.12 – Desnivelamento (adaptado de Seco et al., 2008c, Austroads, 2017d).	39
Figura 6.4 – Estacionamento perpendicular (adaptado de CEREMA, 2016).	101			Quadro 2.4 – Largura efetiva de obstáculos (TRB, 2010).	26	Quadro 2.13 – Rotunda (adaptado de Silva e Seco, 2008; Silva e Seco, 2012; Seco et al., 2008c; Austroads, 2017d).	39
Figura 6.5 – Estacionamento oblíquo (adaptado de CEREMA, 2016).	101			Quadro 2.5 – Distância de reserva de elementos da envolvente dos passeios (TRB, 2010).	27	Quadro 2.14 – Intersecção com sinalização luminosa (adaptado de Seco et al., 2008c, Pires da Costa et al., 2008; Austroads, 2017d).	40
Figura 6.6 – Dimensões dos lugares acessíveis contíguos (SNRIPD, 2006).	104			Quadro 2.6 – Largura bruta de passeios em função do tipo de obstáculo (Seco, Macedo, Pires da Costa, 2008).	27	Quadro 2.15 – Intersecção com sinalização de cedência de passagem ou “stop” (adaptado de Seco, Pais Antunes e Pires da Costa, 2008; Silva, Seco, Macedo, 2008, Austroads, 2017d).	40
Figura 6.7 – Estacionamento oblíquo de motos (adaptado de CEREMA, 2016).	105			Quadro 2.7 – Largura mínima de separadores centrais em zonas urbanas (Adaptado de Austroads, 2017b).	29	Quadro 2.16 – Intersecção com prioridade à direita (adaptado de Seco et al., 2008c; Silva, Seco, Macedo, 2008; Austroads, 2017d).	41
Figura 6.8 – Estacionamento longitudinal de motos (adaptado de CEREMA, 2016).	105			Quadro 2.8 – Afastamento entre a linha do lancil e a via de trânsito (Austroads, 2017b).	33	Quadro 2.17 – Tipologias possíveis para os cruzamentos admissíveis (adaptado de IMTT, I.P., 2011a).	42
Figura 6.9 – Estacionamento de veículos pesados de mercadorias (INRS, 2010).	106			Quadro 2.9 – Inclinação máxima desejável dos trainéis consoante o nível hierárquico.	34		
Figura 6.10 – Estacionamento perpendicular de veículos pesados de mercadorias de grande dimensão considerando a área de varredura (adaptado de Littlefield, D., 2011).	108						

Quadro 3.1 – Aplicabilidade recomendada por Silva, et al., 2001 para a adoção de variantes.	49
Quadro 3.2 – Distâncias entre sinais de limitação de velocidade, para degradações de 20 km/h (Almeida Roque, 2005).	51
Quadro 3.3 – Domínio de aplicabilidade de diversas medidas de acalmia de tráfego (Silva e Santos, 2011).	60
Quadro 5.1 – Tipologia de paragem de transporte coletivo rodoviário (adaptado de CEREMA, 2018).	82
Quadro 6.1 – Tipologia da oferta de estacionamento (Seco et al. , 2008).	95
Quadro 6.2 – Dimensionamento do número de lugares de estacionamento em função do tipo de ocupação (Portaria n.º 216–B/2008).	97
Quadro 6.3 – Parâmetros geométricos para dimensionamento dos lugares de estacionamento adjacentes à via pública (Seco, A. et. al., 2008).	99
Quadro 6.4 – Dimensões do estacionamento segundo a tipologia (adaptado de IMTT, I.P., 2011e).	102

Quadro 6.5 – Espaço necessário para o estacionamento perpendicular de cinco veículos de transporte de mercadorias não refrigerado com 15 m de comprimento (Austroads, 2017d).	107
Quadro 6.6 – Espaço necessário para o estacionamento oblíquo de cinco veículos de transporte de mercadorias não refrigerado com 15 m de comprimento (Littlefield, D. , 2011) .	109

Legenda gráfica

	Zona verde
	Faixa de rodagem
	Via de tráfego ou pista para velocípedes
	Espaço destinado à separação de zonas de circulação (ilhéus, separadores, etc.) podendo ser em diferentes materiais (vegetação, calçada, betão, etc.)
	Passeio
	Pavimento em blocos
	Sinal em planta (em figuras com corte)
	Linha de corte
	Rampa
	Candeeiro (iluminação direcionada)
	Candeeiro (iluminação a 360º)
	Pilarete
	Peão em planta
	Velocípede em planta
	Veículo ligeiro em planta
	Veículos pesados de passageiros em planta
	Veículo pesado de mercadorias em planta
	Arbusto
	Zona de instalação de dispositivo de limitação de velocidade



Introdução

O presente documento normativo insere-se no âmbito de um protocolo entre o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), tendo por objetivo a elaboração de uma norma técnica para aplicação a arruamentos urbanos, que possa contribuir para promover a melhoria da segurança da rede rodoviária municipal urbana, designadamente através da adoção, no País, de critérios uniformes no dimensionamento do traçado e no ordenamento da envolvente dos arruamentos urbanos, aspetos importantes para a obtenção de rodovias autoexplicativas e tolerantes, condição necessária para a obtenção do Sistema Seguro visado com a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária – PENSE2020. O trabalho insere-se na medida 25.92 do objetivo estratégico Infraestruturas Mais Seguras desta estratégia.

A consecução de um Sistema Seguro baseia-se na aderência a um conjunto de quatro preceitos bem conhecidos: os seres humanos podem cometer erros que originem acidentes de viação; o corpo humano tem uma capacidade limitada para suportar as forças geradas num impacto sem sofrer lesões irreversíveis; é uma responsabilidade partilhada entre quem projeta, constrói, gere e usa as redes viárias e os veículos, bem como de quem presta assistência pós-acidente, prevenir que possam ocorrer acidentes que provoquem lesões graves ou mortais; todos os elementos do sistema devem

ser reforçados para aumentar os seus efeitos, para que, se um elemento falhar, os utentes rodoviários continuem a estar protegidos (ITF, 2008 e ITF, 2016).

Na Holanda, por exemplo, estes preceitos têm correspondência prática em cinco princípios: monofuncionalidade das rodovias, numa rede estruturalmente hierarquizada; homogeneidade de massa, velocidade e direção para velocidades moderadas ou altas; traçados autoexplicativos, para gerarem previsibilidade dos trajetos rodoviários e do comportamento dos utentes; limitação da gravidade das lesões, através de envolvente rodoviária tolerante e da antecipação dos comportamentos de condução; e autoconhecimento do estado dos condutores, dispondo estes da capacidade para avaliar em cada momento as suas capacidades para realizar a tarefa de condução (Wegman e Aarts, 2006).

Os quatro primeiros princípios referidos são relevantes para o projeto das rodovias urbanas e deles decorre uma recomendação quanto às velocidades máximas (seguras) em situações de tráfego típicas (Cardoso, 2010): 30 km/h em redes viárias suscetíveis de ocorrerem conflitos entre veículos motorizados e utentes desprotegidos; 50 km/h, em interseções onde possam verificar-se conflitos laterais entre veículos ligeiros; 70 km/h onde possam ocorrer conflitos frontais entre veículos ligeiros; e 100 km/h ou mais, quando não forem possíveis conflitos laterais ou frontais entre utentes rodoviários.

Os mencionados preceitos e princípios são aplicados na abordagem do traçado de rodovias urbanas adotada na elaboração do presente documento normativo, em consonância com o PENSE 2020.

Esta norma técnica está organizada em quatro fascículos, em que se abordam os fundamentos sobre utentes e rede rodoviária, as características geométricas para rodovias com tráfego motorizado e não motorizado e as medidas de acalmia de tráfego e outros dispositivos rodoviários aplicáveis a cada tipo de arruamento.

No Fascículo II apresentam-se os elementos relativos às características geométricas para rodovias com tráfego motorizado, onde se incluem considerações sobre as características dos diferentes tipos de vias, consoante o nível hierárquico, incluindo os atravessamentos de povoação por estradas interurbanas, as zonas de 30 km/h e as zonas de coexistência. São também apresentados os elementos complementares, específicos para o transporte público (autocarros, elétricos e táxis) e para o estacionamento, igualmente relevantes para a conceção das envolventes rodoviárias urbanas.

Os elementos disponibilizados neste Fascículo II destinam-se a permitir aos utilizadores do Documento Normativo incluir de forma integrada os tráfegos de peões, velocípedes, transportes públicos e outros veículos motorizados no projeto das rodovias urbanas, conciliando as respetivas visões e propiciando um Sistema Seguro, cuja circulação seja eficiente e sem prejuízo para a qualidade e a legibilidade do ambiente construído.

Neste sentido, para facilitar a obtenção de um sistema que sirva todos os utentes de uma forma equilibrada, é recomendável que o projeto de arruamentos urbanos se inicie pela consideração, sucessiva, dos elementos relativos aos peões, velocipedistas, utentes de transportes públicos, veículos de emergência e serviços, terminando com os relacionados com os veículos automóveis (DfT, 2007). Desta forma assegura-se que a infraestrutura projetada irá satisfazer os requisitos funcionais de peões, velocipedistas e utentes veículos de transporte público, para além dos associados aos ocupantes dos outros veículos motorizados (CROW, 1998).

Na elaboração do presente documento foram consultadas diversas referências internacionais e nacionais relevantes, conforme lista bibliográfica. Os critérios e metodologias de abordagem dos documentos nacionais não são sempre integralmente congruentes, o que obrigou, por vezes, a acolher apenas as recomendações de um deles. A aderência aos preceitos e princípios do Sistema Seguro acima referidos foi o critério privilegiado para a escolha de parâmetros e me-

todologias de abordagem recomendados, obrigando, por vezes, a adotar recomendações de documentos internacionais correspondentes, casos que são devidamente assinalados.

A escolha dos parâmetros de projecto, dentro de um intervalo de valores admissíveis, em obras novas, e a mitigação das consequências de desvios a esses valores, em remodelações dentro de áreas urbanas consolidadas e antigas, requerem juízos de engenharia pelos projetistas. Como referido no Fascículo I, na elaboração do presente documento considerou-se vantajoso disponibilizar exemplos de abordagens de outros países como forma de disponibilizar elementos e referências bibliográficas de apoio esses juízos.

A sinalização apresentada nos desenhos é a mínima para se poder compreender o funcionamento do tráfego nos dispositivos. A pormenorização da sinalização tem de ser feita respeitando o Regulamento de Sinalização do Trânsito (Decreto Regulamentar n.º 6/2019, de 22 de outubro), recomendando-se a consulta dos documentos normativos do INIR/IMT e do manual sinalização urbana publicado pela PRP (Almeida Roque, 2005).

No Capítulo 2 deste Fascículo II abordam-se as características geométricas para rodovias com tráfego motorizado, designadamente quanto ao perfil transversal tipo, traçado em planta e em perfil longitudinal, bem como a seleção e conceção de interseções. No Capítulo 3 são tratados os atravessamentos de localidades por estradas interurbanas, incluindo as opções de abordagem do problema ao nível do planeamento e os aspetos de projeto das respetivas zonas terminais bem como do tratamento em secção corrente e das ligações à restante malha urbana. No Capítulo 4 é abordado o projeto de Zonas de 30 km/h, em secção corrente e nas transições para outras categorias de arruamentos. No Capítulo 5 são apresentados os elementos de projeto específicos para a integração do transporte público (autocarros e elétricos) na malha urbana e, finalmente, no Capítulo 6 são abordados os aspetos relacionados com o estacionamento e as zonas de paragem.

02.

Características dos diferentes tipos de vias, consoante o nível hierárquico

Neste capítulo são apresentadas as características dos diferentes tipos de vias, consoante o nível hierárquico, designadamente quanto ao perfil transversal-tipo (largura das vias de trânsito, vias para velocípedes e passeios, estacionamento, inclinações transversais, sobrelarguras, separadores, refúgios, bermas e lancis); quanto ao traçado em planta (alinhamentos retos e curvos e ainda aspetos relativos à homogeneidade de traçado); quanto ao traçado em perfil longitudinal (trainéis e concordâncias verticais); e quanto aos cruzamentos (tipos de cruzamentos e sua seleção, conceção e dimensionamento). Para além dos valores apresentados, devem atender-se aos valores mínimos determinados na legislação relativa à segurança contra incêndio em edifícios (RT-SCIE), em particular quanto à largura útil das vias de acesso, a qual não se limita à largura de vias tráfego.

2.1 Perfil transversal-tipo

O perfil transversal de uma estrada abrange toda a largura da banda ocupada pela mesma (designada por zona da estrada), que foi expropriada ou afetada para esse fim, compreendendo uma zona destinada à circulação do tráfego – faixa de rodagem e passeios – ou ao apoio a essa circulação (bermas), e uma zona necessária para garantir as condições de construção, conservação ou operação da infraestrutura (separador, valetas, taludes e vedações).

Conforme referido no Fascículo I (capítulo 5.6), na definição de valores para a largura e inclinação transversal da faixa de rodagem, bermas e separador central atende-se, sobretudo, a critérios de segurança, de capacidade e de drenagem superficial. Na definição da configuração dos restantes elementos do perfil transversal de uma estrada são atendidos, para além dos critérios relacionados com a segurança rodoviária, requisitos construtivos (decorrentes dos solos escavados e dos

Quadro 2.1

Parâmetros de dimensionamento do perfil transversal tipo (adaptado de Portaria n.º 216-B/2008, de 3 de março)

Tipo de ocupação	Perfil tipo (m)	Faixa de rodagem (m)	Passeios (m)	Estacionamento (m)	Caldeiras para árvores (m)
Habitação (mais de 80%)	≤ 9,7	6,5	1,6 (x 2)	2,5 (x 2) (opcional)	1,0 (x 2) (opcional)
Habitação (menos de 80%), comércio e ou serviços	≥ 12	7,5	2,25 (x 2)	2,25 (x 2) (opcional)	1,0 (x 2) (opcional)
Existência de indústria e ou armazéns	≥ 12,2	9*	1,6 (x 2)	2,25 (x 2) (opcional)	1,0 (x 2) (opcional)

* Para facilitar manobras de acesso de veículos articulados.

materiais utilizados nos aterros) e de drenagem, a necessidade de proteção da natureza e dos terrenos circundantes, bem como as decisões ao nível do planeamento (relativamente à importância da ligação que a rodovia estabelece). O equilíbrio entre critérios adotado em cada caso atende, também, a preocupações económicas.

Por vezes, o somatório ideal das larguras dos elementos do perfil transversal excederá a largura disponível, seguindo-se um processo iterativo de otimização da solução tendo em conta os aspetos já aludidos: a função, a segurança, o impacto ambiental, a economia e a estética (Austroads, 2017b).

De acordo com a Portaria n.º 216-B/2008, de 3 de Março, que fixa os parâmetros para o dimensionamento das áreas destinadas a espaços verdes e de utilização coletiva, infraestruturas viárias e equipamentos de utilização, são definidos três categorias de perfis transversais tipo com o critério básico diferenciador a depender da ocupação da envolvente: habitação (mais de 80%); habitação (menos de 80%), comércio e ou serviços; existência de indústria e ou armazéns. No Quadro 2.1 apresentam-se os valores limites dos parâmetros de dimensionamento definidos na referida portaria para cada tipo de ocupação.

Importa referir que a dimensão exigida para os espaços de estacionamento corresponde apenas ao estacionamento longitudinal e os valores do dimensionamento de áreas destinadas a aruamentos podem não ser aplicáveis em áreas urbanas consolidadas ou com alinhamentos definidos. É de salientar que, conforme referido em 2.1.1, larguras de via superiores a 3,0 m só devem ser usadas se o limite de velocidade for superior a 50 km/h.

No Quadro 2.2 apresentam-se as principais características das diferentes categorias de vias urbanas, de acordo com o definido no capítulo 2.3 do Fascículo I.

De seguida, são descritas as características dos diferentes elementos que podem constituir o perfil transversal-tipo.

Quadro 2.2
Categorização funcional para as vias urbanas

Categoria	Subcategoria	Função principal	Tipo de separador	Plataforma típica	Número usual de faixas	Controlo de acessos	Velocidade máxima (km/h)
Rodovia Urbana – Nível I		Mobilidade	Não atravessável	n x 2	2	Sim	80
Arruamento – Nível II		Distribuição	Sem separador *	n + n	1	Não	50
Arruamento – Nível III		Acesso	Sem separador *	n + n	1	Não	50
Arruamento residencial – Nível IV	Rua em Zona 30		Sem separador *	1 + 1	1	Não	30
	Rua em Zona Coexistência		Sem separador *	1 + 1	1	Não	20**

* Dependendo de arranjo urbanístico.
** Nota: em diversos países não é preconizado um valor para a velocidade máxima nesta categoria de arruamentos, que é estabelecida apenas de forma qualitativa, como a compatível com a correspondente à caminhada a passo.

2.1.1 Largura das vias de trânsito

Em geral, quanto maiores forem as larguras das vias de trânsito, maior será a velocidade praticada pelos condutores, pelo que este parâmetro constitui um dos instrumentos possíveis de controlo da velocidade, pese ainda a relevância da composição do tráfego. Larguras de via superiores a 3,50 m contribuem para que os condutores escolham velocidades elevadas, uma vez que se sentem menos constrangidos, pelo que não devem ser adotadas em arruamentos urbanos. Larguras menores (3,00 m) podem ser usadas em arruamentos e estradas com baixo volume de tráfego ou velocidade de circulação.

Larguras de via até 2,75 m poderão ser usadas nos atravessamentos urbanos por estradas de faixa de rodagem única e duas vias, desde que estes sejam dotados de passeios, como forma de limitar a liberdade de escolha da trajetória dos veículos (Macedo, Cardoso e Roque, 2011) e de condicionar a escolha de velocidades pelos condutores de veículos ligeiros ou pesados.

Em estradas de dupla faixa de rodagem, sujeitas a fortes condicionamentos de implantação, a via esquerda das faixas com três ou mais vias pode ter largura ligeiramente inferior à das restantes vias.

Em redes viárias existentes, a diminuição da largura das vias pode ser obtida mediante alargamento dos passeios ou das bermas ou, no caso de faixa de rodagem única, preferencialmente através da criação de uma banda central só utilizável em manobras de viragem à esquerda ou de ultrapassagem. Alternativamente, também pode ser obtida mediante afetação do espaço libertado para instalação de vias de tráfego para velocípedes.

No Quadro 2.3 são apresentadas as larguras mínimas de vias reservadas a automóveis e motociclos consoante a categoria hierárquica da via. É de referir que o valor usado como referência na Holanda (CROW, 1998) em arruamentos de nível II e III é de 3.10 m.

Quadro 2.3
Largura mínima das vias – vias reservadas a automóveis e motociclos (adaptado de CROW, 1998)

Categoria	Velocidade base (km/h)	Largura (m)
Rodovia Urbana – Nível I	70	3,25
Arruamento – Nível II	50	3,00
Arruamento – Nível III	50	3,00

2.1.2 Largura das rodovias com velocípedes

Conforme mencionado no capítulo 5 do Fascículo I, são habitualmente consideradas três tipologias de percursos para velocípedes: via de tráfego, via de tráfego para velocípedes e pista para velocípedes.

A escolha da tipologia aplicável está associada à forma como se pretende resolver os conflitos entre veículos motorizados e velocípedes, a qual depende da relevância da função do tráfego motorizado e da função do velocípede (CROW, 1998).

No caso das vias de tráfego, os velocípedes circulam no mesmo espaço que os veículos motorizados, não havendo reserva de espaço mediante marcação rodoviária.

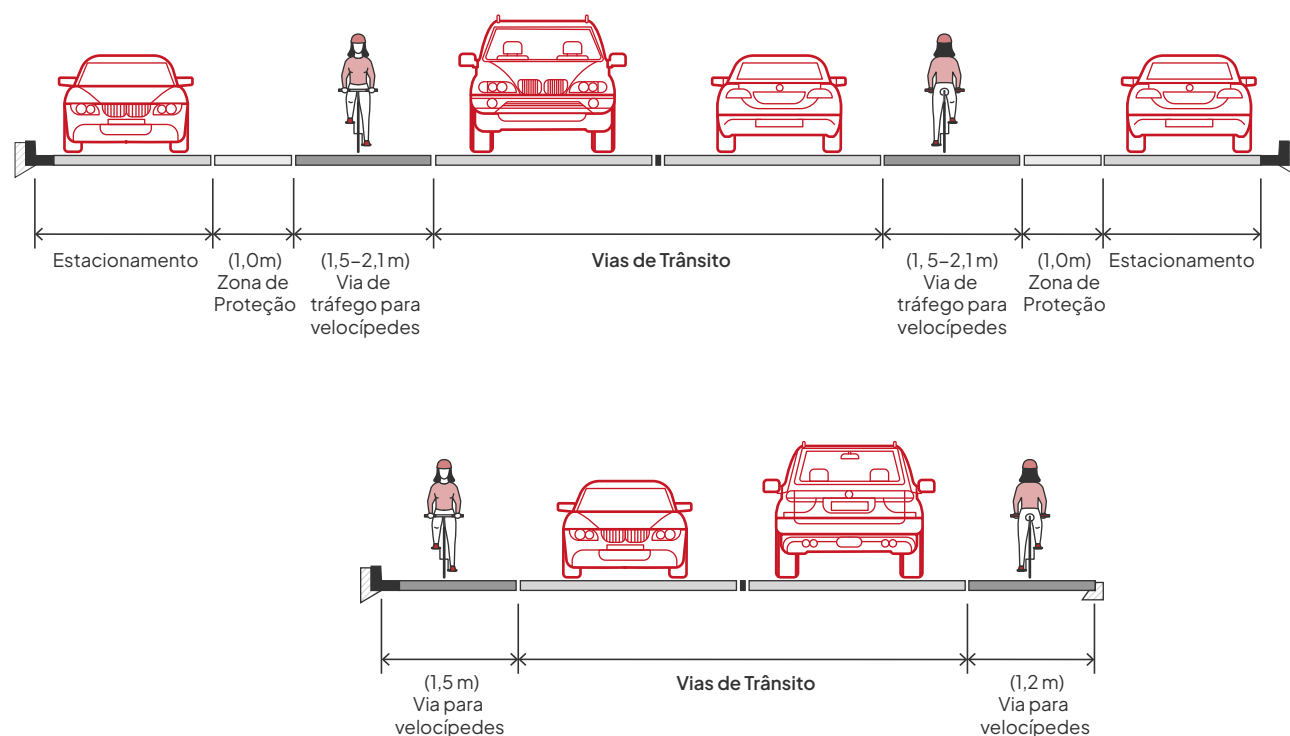
No caso das vias de tráfego para velocípedes, existe um espaço destinado à circulação (unidirecional) de velocípedes, que faz parte da faixa

de rodagem e é delimitado através de marcas rodoviárias. As larguras das vias de tráfego para velocípedes devem ser determinadas pelo contexto e pelo uso do solo previsto para a envolvente (AASHTO. 2012).

O volume de tráfego, a sua composição (designadamente em termos de veículos pesados), as velocidades de circulação previstas e a função principal da via afetam significativamente o conforto dos ocupantes de velocípedes e a necessidade de afastamento lateral face a outros veículos. A largura adequada das vias de tráfego para velocípedes deve levar em conta as características de desenho urbano a partir do seu limite direito, tais como a presença de passeio, lancil, estacionamento ou guarda-corpos. A Figura 2.1 ilustra dois locais típicos para as vias de tráfego para velocípedes em relação ao resto da faixa de rodagem, e as larguras associadas a esta tipologia de percurso.

Figura 2.1

Perfil transversal tipo de vias de tráfego para velocípedes (adaptado de AASHTO, 2012).



Conforme mencionado em 3.3.1 do Fascículo I, a largura operacional recomendável para acomodar a deslocação da maioria dos velocípedes é de 1,5 m. Assim, na maioria das circunstâncias, a largura recomendada para as vias de tráfego para velocípedes é de 1,5 m. Vias de tráfego para velocípedes mais largas podem ser desejáveis nas seguintes condições (AASHTO, 2012):

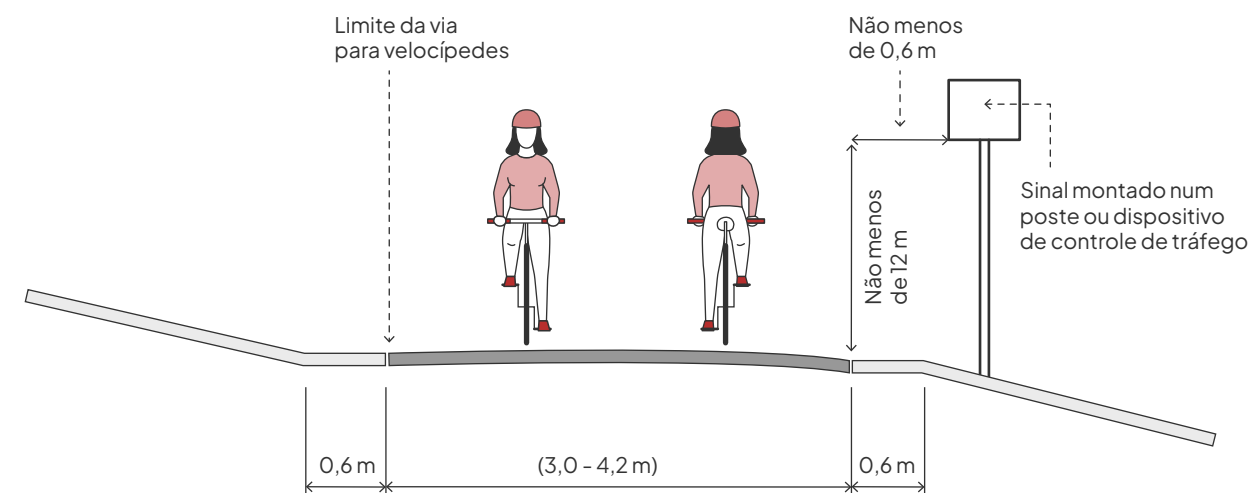
- Junto a estacionamento longitudinal com elevada rotatividade (e.g., na proximidade de restaurantes, lojas ou locais de entretenimento). Nesta situação recomenda-se uma largura da via de tráfego para velocípedes de 2,5 m, a qual proporciona mais espaço para os velocípedes (1,0 m de zona de proteção), evitando a circulação na área de abertura das portas dos veículos.

- Em áreas com elevado tráfego de velocípedes e sem a presença de estacionamento. Neste caso, preconiza-se uma largura da via de tráfego para velocípedes entre 1,8 m e 2,4 m, para possibilitar que dois velocípedes circulem lado a lado sem sair da faixa.
- Em rodovias urbanas de Nível I com limite de velocidade não superior a 50 km/h e elevado volume de tráfego motorizado (em particular de veículos pesados), vias de tráfego para velocípedes mais largas proporcionam separação lateral adicional entre veículos motorizados e velocípedes, para minimizar o efeito, e.g., da deslocação do ar provocada pelos veículos motorizados ou por rajadas de vento.

Para arruamentos com limite de velocidade não superior a 50 km/h, sem lancis ou valetas e sem presença de estacionamento, a largura mínima de uma via de tráfego para velocípedes é de 1,2 m.

Figura 2.2

Perfil transversal tipo de pistas para velocípedes (adaptado de AASHTO, 2012).



Para arruamentos onde a pista para velocípedes é imediatamente adjacente a um lancil, guarda-corpos ou outra superfície vertical, a largura mínima da pista é de 1,5 m (ver Figura 2.1). Existem duas exceções a esta largura mínima (AASHTO, 2012):

- Em locais com velocidades de circulação elevadas, onde é utilizada uma valeta (com pano interior de pequena inclinação) de 0,6 m de largura, a largura recomendável da faixa é de 1,8 m, incluindo a valeta.
- Em arruamentos de largura bastante reduzida e com baixas velocidades de circulação, com lancil mas sem valeta, sempre que a largura recomendável da via de tráfego para velocípedes não possa ser atingida, e todas as vias de trânsito tenham a largura mínima, pode ser usada uma via de tráfego para velocípedes com 1,2 m de largura.

Em arruamentos onde o estacionamento longitudinal é permitido, a via de tráfego para velocípedes deve ser colocada entre o estacionamento e a via de trânsito (ver Figura 2.1). A largura operacional mínima na presença de estacionamento longitudinal é de 2,2 m e a recomendável é de 2,5 m.

Finalmente, as pistas para velocípedes constituem um canal de circulação segregado relativamente ao tráfego motorizado (com separação física do espaço rodoviário), podendo a circulação ser uni ou bidirecional.

A largura pavimentada apropriada para uma pista para velocípedes depende do contexto, do volume de tráfego e da composição dos seus utilizadores. A largura mínima pavimentada para uma pista para velocípedes bidirecional é de 3,0 m (CROW, 1998; AASHTO, 2012). Normalmente, esta largura pode variar entre 3,0 e 4,3 m, sendo os valores mais elevados aplicáveis a áreas com elevada utilização ou maior variedade de grupos de utilizadores (com velocidades de circulação diferentes). A Figura 2.2 mostra uma secção transversal típica de pista para velocípedes bidirecional.

2.1.3 Largura dos passeios

A largura de uma pista para velocípedes bidirecional pode ser reduzida para 2,4 m quando estiverem reunidas as seguintes condições:

- O tráfego de velocípedes é previsivelmente baixo, mesmo em dias de maior procura ou durante as horas de ponta.
- Não é expectável a utilização da pista por peões.
- Os alinhamentos horizontal e vertical proporcionam oportunidades de ultrapassagem e existem zonas de descanso frequentes e bem dimensionadas.
- A pista não será submetida regularmente à passagem de veículos de manutenção que possam causar danos no pavimento, em particular junto aos seus limites.

A largura de 2,4 m numa pista para velocípedes bidirecional é aceitável numa distância curta, devido a restrições físicas pontuais (e.g., o pilar de ponte ou uma árvore).

Conforme referido no capítulo 3.3.1 do Fascículo I, as larguras operacionais mínima e recomendável para acomodar a deslocação de um velocípede são de 1,2 m e 1,5 m, respetivamente. Dada a elevada probabilidade da presença de obstáculos (contínuos ou pontuais) na envolvente das pistas para velocípedes (postes, muros, árvores, sinalização vertical, etc.), a largura mínima pavimentada de pistas unidireccionais é de 1,75 m, sendo recomendável uma largura de 2,0 m (CROW, 1998).

Na concessão de qualquer espaço pedonal há que adequar a área disponível às suas diferentes utilizações, sejam elas de circulação ou espera, mas também (usufruto) para visualização de montras ou conversas em grupo (Seco et. al. 2008).

Nos passeios, a presença de diversos obstáculos, tais como mobiliário urbano e vegetação, impede a utilização pelos peões de todo o espaço disponível. Também os limites do passeio junto à faixa de rodagem e às fachadas dos edifícios constituem obstáculos, pelo que os peões normalmente tendem a evitar circular muito próximo deles.

Assim, justifica-se a necessidade do conceito de largura útil de um passeio. Esta largura corresponde ao espaço efetivamente disponível para a deslocação e realização de atividades dos peões, ao qual acrescem as larguras perdidas, para se poder calcular a largura bruta, correspondente à largura total do passeio (TRB, 2010; IMT, [P., 2011]c).

A frequência com que os obstáculos estão presentes no passeio influencia a largura útil deste. A presença de um obstáculo isolado, e.g., um quiosque, tem uma influência localizada, não afetando significativamente o funcionamento global de um passeio. Pelo contrário, um obstáculo contínuo ou que se repita de forma periódica, como por exemplo, muretes, árvores ou candeeiros, afeta globalmente o seu funcionamento.

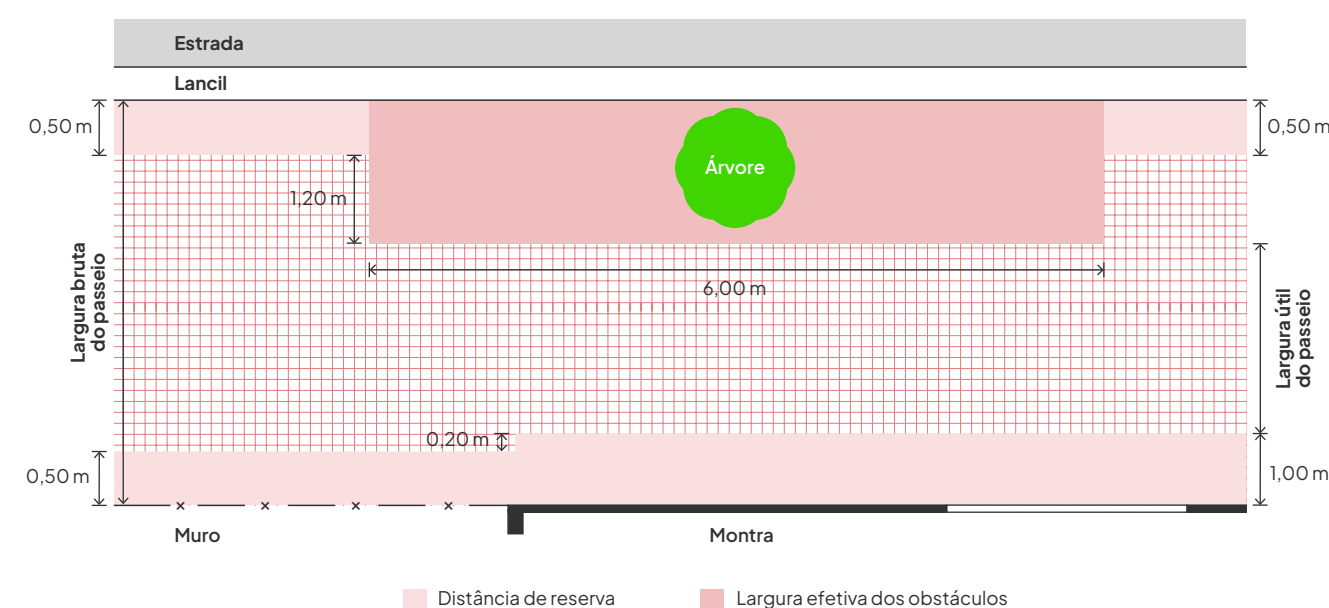
De acordo com o Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de Agosto (alterado pelo Decreto-Lei n.º 136/2014 de 7 de janeiro de 2015, pelo Decreto-Lei n.º 125/2017 de 4 de outubro e pelo Decreto-Lei n.º 95/2019 de 18 de junho), os passeios que se encontrem adjacentes a vias principais e vias distribuidoras devem ter uma largura livre (correspondente à largura útil) não inferior a 1,5 m, enquanto os pequenos acessos pedonais no interior de áreas plantadas, cujo comprimento total não seja superior a 7,0 m, podem ter uma largura livre não inferior a 0,9 m.

Conforme referido em 2.1, e de acordo com os parâmetros estabelecidos na Portaria n.º 216-B/2008 de 3 de abril, o valor mínimo a considerar na largura dos passeios é de 1,6 metros. Sempre que o passeio inclua um espaço permeável para caldeiras para árvores, deve aumentar-se 1,0 m à largura do passeio.

Para o cálculo da largura bruta dos passeios é relevante o conhecimento da largura efetiva dos vários tipos de obstáculos, a qual inclui, para além da largura física do obstáculo, uma distância correspondente ao espaço que não é usado pelos peões em condições normais (distância de reserva) – ver Figura 2.3.

Na ausência de valores definidos no contexto nacional, apresentam-se no Quadro 2.4 e, valores de referência americanos para a largura efetiva de diversos obstáculos. No Quadro 2.5 é apresentada a distância de reserva para elementos da envolvente dos passeios, que apesar de não constituírem obstáculos no interior do canal, influem no espaço de circulação pedonal.

Figura 2.3
Exemplo de distâncias de reserva e larguras efetivas de obstáculos (adaptado de TRB, 2010)



Quadro 2.4
 Largura efetiva de obstáculos (Adaptado de TRB, 2010).

Obstáculo	Largura efetiva (m)
Mobiliário urbano	
Poste de iluminação	0,75 - 1,00
Poste de semáforo	0,90 - 1,20
Sinalização vertical	0,60 - 075
Parquímetro	0,60
Cabina telefónica	1,2
Caixote do lixo	0,90
Marco de incêndio	0,75 - 1,00
Marco do correio	1,00 - 1,10
Pilarete	0,55 - 0,80*
Sistemas de transporte subterrâneos	
Grelhas de ventilação do metropolitano	1,80+
Vegetação	
Árvores	0,90 - 1,20
Canteiro	1,5
Usos comerciais	
Quiosques	1,2 - 4,0
Esplanadas de cafés (2 filas de mesas)	2,1

* Estimativa LNEC

2.1.4 Estacionamento

Tendo em conta a ocupação espacial do peão (Fascículo I, capítulo 3.2.2), são apresentados no Quadro 2.6 valores de referência para a largura bruta de passeios aplicáveis em diversos tipos de passeios.

O dimensionamento dos lugares de estacionamento para veículos ligeiros na via pública é tratado no capítulo 6 do presente fascículo. A largura dos lugares de estacionamento deve atender ao uso e ocupação do solo, tipos de utilizadores, considerando os parâmetros geométricos que constam na Figura 6.2 e os valores mínimos e máximos respetivos que constam no Quadro 6.3 (ver capítulo 6.3).

Quadro 2.5
 Distância de reserva de elementos da envolvente dos passeios (TRB, 2010)

Elemento	Distância de reserva (m)
Lancil sobrelevado	0,50
Muro, sebe	0,50
Fachada de edifício com montra	0,50

Quadro 2.6
 Largura bruta de passeios em função do tipo de obstáculo (Seco, Macedo, Pires da Costa, 2008).

Tipo de passeio	Largura desejável (m)	Largura aceitável (m)
Passeio sem mobiliário urbano, árvores ou montras	2,0	1,5
Passeio com fila de árvores ou de montras	3,0	2,5
Passeio com filas de árvores e montras	4,0	3,5

2.1.5 Inclinações transversais

Conforme referido no capítulo 5.6.3 do Fascículo I, a inclinação transversal da superfície do pavimento da faixa de rodagem e das bermas destina-se a assegurar a conveniente drenagem superficial e, no caso de curvas em planta, também para disponibilizar sobrelevação que contribua para gerar a aceleração centrípeta associada à trajectória curvilínea imposta nessas curvas (Macedo, Cardoso e Roque, 2011).

Nos alinhamentos retos os requisitos de drenagem determinam a inclinação transversal a adoptar, verificando-se que aqueles dependem sobretudo do tipo de pavimento e das suas características superficiais. A inclinação transversal deve ser de 2,5% nos pavimentos betuminosos e de 2,0 % nos pavimentos de betão de cimento.

Nos arruamentos com duas vias a superfície do pavimento é normalmente inclinada para ambos os lados a partir do eixo (perfil em “V” invertido), o que permite diminuir o comprimento de drenagem.

Nas estradas com faixas de rodagem unidireccionais o pavimento de cada faixa de rodagem é, em princípio, inclinado para o exterior. Esta solução, apesar de estar associada a maior comprimento de drenagem do que a configuração com duas superfícies de drenagem, tem a vantagem de não impor variações na aceleração transversal aos veículos que mudam de via e o consequente perigo de instabilização das viaturas por rolamento excessivo – designadamente em manobras de ultrapassagem, muito frequentes em estradas com dupla faixa de rodagem (Macedo *et al.*, 2011).

A melhoria da drenagem superficial pode ser obtida mediante a adopção de inclinações maiores do que 2,5% (até ao máximo de 4%) nas vias mais a jusante do caminho de drenagem, da colocação de pavimentos porosos ou da instalação de drenos superficiais ou sub-superficiais.

A inclinação transversal dos passeios é tratada no Fascículo III (capítulo 2.3).

2.1.6 Sobrelarguras

Conforme referido no capítulo 5.3.5 do Fascículo I, os veículos ao descreverem uma curva ocupam uma maior largura de faixa de rodagem do que quando circulam em reta. Este aumento da largura ocupada depende basicamente do raio da curva e do comprimento e distância entre eixos do veículo. Em curvas de raio corrente, este aumento de largura é desprezável para veículos ligeiros; no entanto, é significativo para os veículos pesados, especialmente se articulados ou com reboques, pelo que deve ser considerado.

A sobrelargura total (SL, expressa em metros), para estradas com duas vias, pode ser calculada pela expressão empírica:

$$SL = 80 / R \quad (2-1)$$

Em que:
R – raio da curva, em metros.

A sobrelargura é normalmente introduzida no intradorso da curva, sendo o seu desenvolvimento efetuado ao longo das curvas de transição.

Não é de considerar sobrelargura nas curvas com raio superior a 200 m.

Os aspetos relacionados com a sobrelargura são especialmente importantes em intersecções e nós de ligação, onde os raios de curvatura são, por vezes muito pequenos (Macedo *et al.*, 2011). Nesses casos, é conveniente que a sobrelargura seja dimensionada mediante cálculo das zonas de varredura dos veículos-tipo relevantes, recorrendo às cérceas disponibilizadas no Fascículo I ou a aplicações de desenho específicas.

2.1.7 Separadores

Conforme referido no capítulo 5.6.5 do Fascículo I, o separador destina-se a garantir a separação física entre os dois sentidos de tráfego. Preferencialmente, o separador deve ser desprovido de obstáculos perigosos mas, sob determinadas condições, pode ser usado para impantação de equipamentos rodoviários, como suportes de sinalização e pilares de viadutos.

O separador não inclui as bermas pavimentadas, pelo que a sua largura só abrange as zonas laterais às bermas esquerdas ou seja, as ligações entre essas bermas e os taludes ou valetas, bem como o espaço intermédio.

No caso de obras de arte individualizadas para cada faixa de rodagem, mas com pequeno afastamento transversal, deve ser previsto o fecho das aberturas com rede (“rede de segurança”) com capacidade resistente e malha adequadas à função de limitar o perigo de queda de pessoas e objectos.

As larguras mínimas recomendadas, medidas entre os limites de lancis, na ausência de critérios prédefinidos (ver Roque e Cardoso, 2011), são apresentadas no Quadro 2.7. Para restringir os movimentos transversais nas principais vias urbanas, recomenda-se o uso de separador central com lancil, conforme mostrado na Figura 2.4 (Austroads, 2017b).

No que diz respeito a rodovias urbanas de Nível I, em zonas não iluminadas e com lancil, é necessário um espaçamento lateral de 0,5 m até ao separador central.

Quadro 2.7
 Largura mínima de separadores centrais em zonas urbanas (Adaptado de Austroads, 2017b).

Função do separador central	Largura mínima (m)
Adjacente a via de espera de viragem à esquerda	0,5
Separação de fluxos de tráfego com uma barreira de tráfego rígida ¹	0,8 ²
Instalação de sinalização vertical de pequena dimensão	1,2
Instalação de postes de iluminação	2,0
Refúgio para peões e sinais de trânsito	2,5
Refúgio para viragem de veículos e sinais de trânsito	6,0
Refúgio para veículos que cruzam o separador	7,0
Plantação e drenagem	10,0
Área de recuperação do controlo de viaturas despistadas	20,0

¹ Largura medida até ao limite da faixa de rodagem.

² Apenas adequado em alinhamento reto para locais com limitações de espaço, baixa velocidade de circulação. A barreira deve ter aparência urbana.

2.1.8 Refúgios

A implantação de uma placa central de refúgio para peões permite que um atravessamento possa ser feito em duas fases, aumentando as condições de segurança ao diminuir a necessidade de avaliar as condições de circulação em ambos os sentidos (Seco et al., 2008c). Esta solução deve ser considerada nas seguintes situações:

- Em arruamentos com quatro ou mais vias;
- Em arruamentos em que a velocidade do tráfego motorizado seja elevada (não inferior a 50 km/h) e em que o volume de peões seja significativo;
- Nos casos em que exista elevado volume de peões com requisitos especiais.

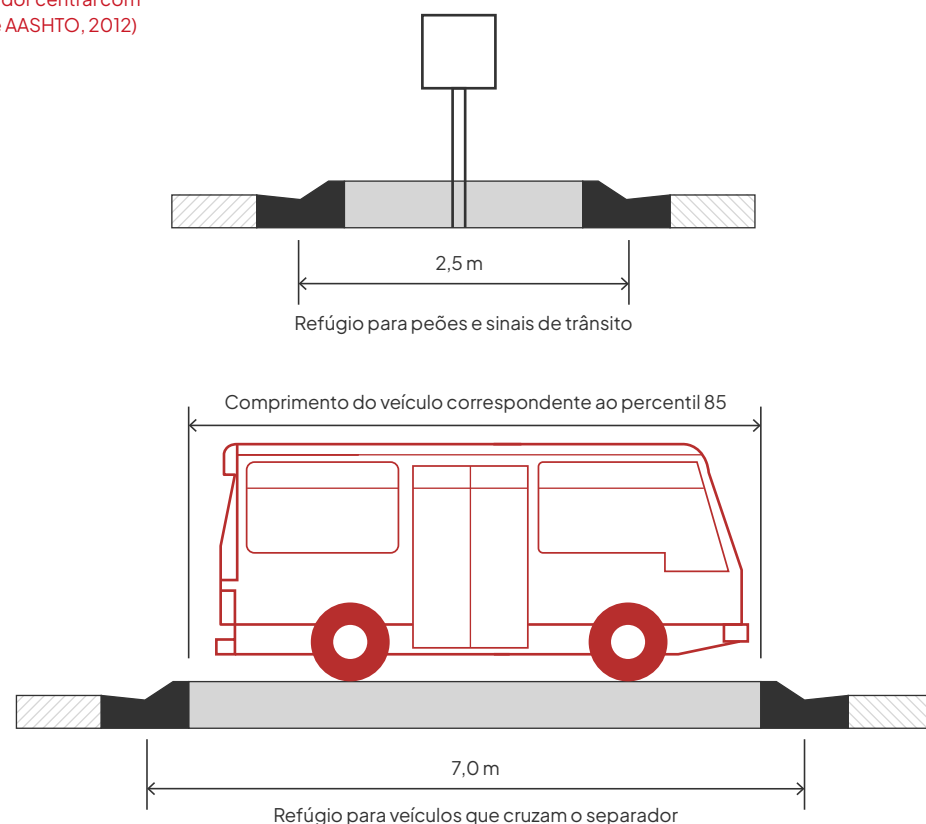
Os refúgios também permitem simplificar e tornar mais seguros os atravessamentos, através da redução da largura da via e do respetivo efeito

visual, que contribuem para a redução de velocidade dos veículos motorizados, e colocam à disposição do peão áreas de espera que os tornam mais visíveis, melhorando as suas condições de conspicuidade (IMTT, I.P., 2011c).

Os refúgios de peões devem ser instalados respeitando as seguintes condições (Seco et al., 2008b):

- Colocação de sinais verticais de contorno de obstáculo;
- Existência de boa iluminação do local;
- Satisfação das necessidades de manobra dos veículos pesados (largura das faixas de rodagem não inferior a 3,0 m; quando junto a cruzamentos, com afastamento não inferior a 3,0 m da linha de cedência de passagem);
- Preferencialmente associados à proibição de estacionamento na zona;

Figura 2.4
Exemplo de separador central com lancil (adaptado de AASHTO, 2012)



- Os refúgios podem ser instalados isoladamente ou em associados a passagens para peões ou a semáforos.

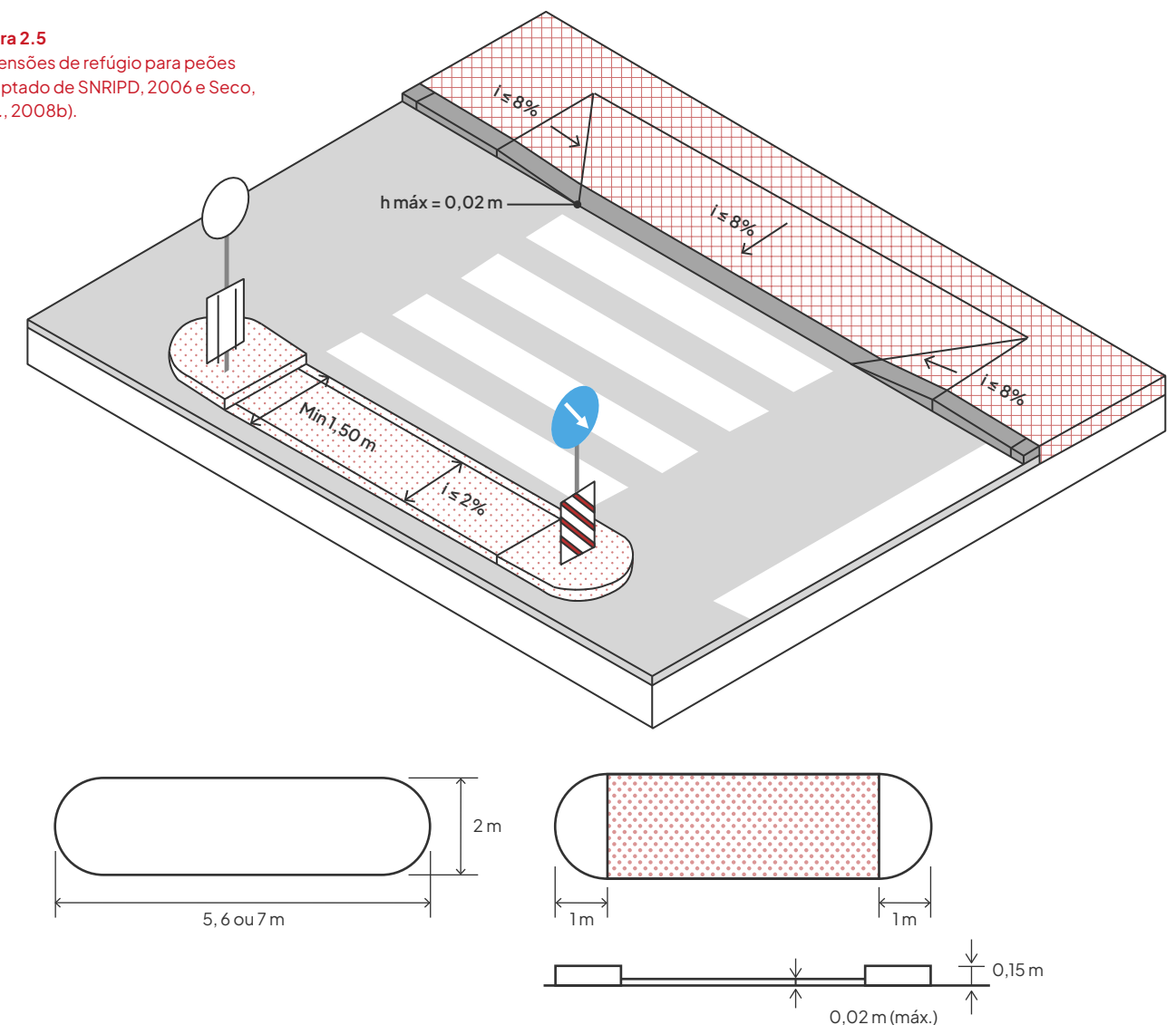
De acordo com o Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, a altura do lancil em toda a largura das passagens de peões não deve ser superior a 0,02 m. Por outro lado, o pavimento do passeio na zona imediatamente adjacente à passagem de peões deve ser rampeado, com uma inclinação não superior a 8% na direção da passagem de peões e não superior a 10% na direção do lancil do passeio ou caminho de peões, quando este tiver uma orientação diversa da passagem

de peões, de forma a estabelecer uma concórdância entre o nível do pavimento do passeio e o nível do pavimento da faixa de rodagem (ver Figura 2.5).

As dimensões recomendáveis para um refúgio de peões são as seguintes (Seco et al., 2008b; IMTT, I.P., 2011c):

- Comprimento desejável entre 5,0 m e 7,0 m, com mínimo de 3,0 m;
- Largura desejável 2,0 m e mínima de 1,5 m de modo a garantir proteção adequada aos peões;

Figura 2.5
Dimensões de refúgio para peões (adaptado de SNRIPD, 2006 e Seco, et al., 2008b).



2.1.9 Bermas e Lancis

Em arruamentos com velocidade de circulação menor que 80 km/h não devem ser previstas bermas, mas sim passeios com lancil.

Nas estradas com velocidade de circulação superior a 80 km/h, as bermas constituem um refúgio para imobilização de veículos avariados, permitem a circulação de veículos de socorro e asseguram o suporte estrutural lateral do pavimento da faixa de rodagem. As bermas também disponibilizam espaço para recuperação do controlo de veículos desgovernados, evitando acidentes iminentes ou reduzindo a gravidade dos despistes. Também contribuem para aumentar a capacidade de tráfego da estrada (Macedo et al., 2011).

As bermas também concorrem para a obtenção de distâncias de visibilidade no intradorso das curvas em planta, ao disponibilizarem um espaço isento de obstáculos.

Em estradas de dupla faixa de rodagem as bermas esquerdas devem ser pavimentadas e ter largura mínima de 1,0 m.

Em estradas com bermas direitas com largura inferior a 1,0 m os condutores tendem a circular mais próximos do eixo da estrada. Larguras de berma superiores a 2,0 m asseguram que a capacidade da estrada não é afetada por obstruções fora da berma; valores superiores a 2,60 m permitem o estacionamento de veículos pesados sem invasão da faixa de rodagem.

Para a segurança da circulação é indispensável que as bermas não sejam usadas, de modo informal, para circulação do tráfego; por esse motivo, deve haver uma distinção nítida entre elas e a faixa de rodagem, o que pode ser conseguido dotando-as com cor e textura contrastantes com as da faixa de rodagem. Em casos particulares, pode haver vantagem em equipar as bermas com dispositivos que desencorajem ativamente a circulação nas bermas, por exemplo com instalação de guias dentadas ou bandas

sonoras, moldadas ou escavadas no respectivo pavimento. Quando abrangendo só parcialmente a largura da berma, as bandas sonoras têm a vantagem adicional de induzirem a circulação de velocípedes na zona da berma mais afastada da faixa de rodagem.

Sobre uma obra de arte deve ser mantida a largura da faixa, ou faixas de rodagem, assim como das bermas pavimentadas, esquerda e direita, existentes em secção corrente; idêntica situação deve ser verificada quando a rodovia passa sob uma obra de arte ou se desenvolve em túnel.

Os lancis delimitam a linha de água de drenagem longitudinal (sendo a escorrência drenada para condutas através de sarjetas laterais ou de sumidouros convenientemente espaçados), delimitam os limites da faixa de rodagem, separam as faixas de rodagem das áreas utilizadas por outros modos de transporte, em particular dos peões, separam as faixas de rodagem das áreas dedicadas a outros usos (e.g., paisagismo), e asseguram o suporte lateral do pavimento da faixa de rodagem (Austroads, 2017b).

O lancil e a valeta devem ser colocados com um afastamento entre a face do lancil e o limite da via de trânsito de acordo com o definido no Quadro 2.8.

Quadro 2.8

Afastamento entre a linha do lancil e a via de trânsito (Austroads, 2017b).

Velocidade de operação (km/h)	Tipo de lancil	Afastamento mínimo (m)
0 - 60	Lancil elevado	0,3
0 - 79	Lancil normal	0
	Lancil semi-galgável	0

2.2 Traçado em planta

2.2.1 Alinhamentos retos

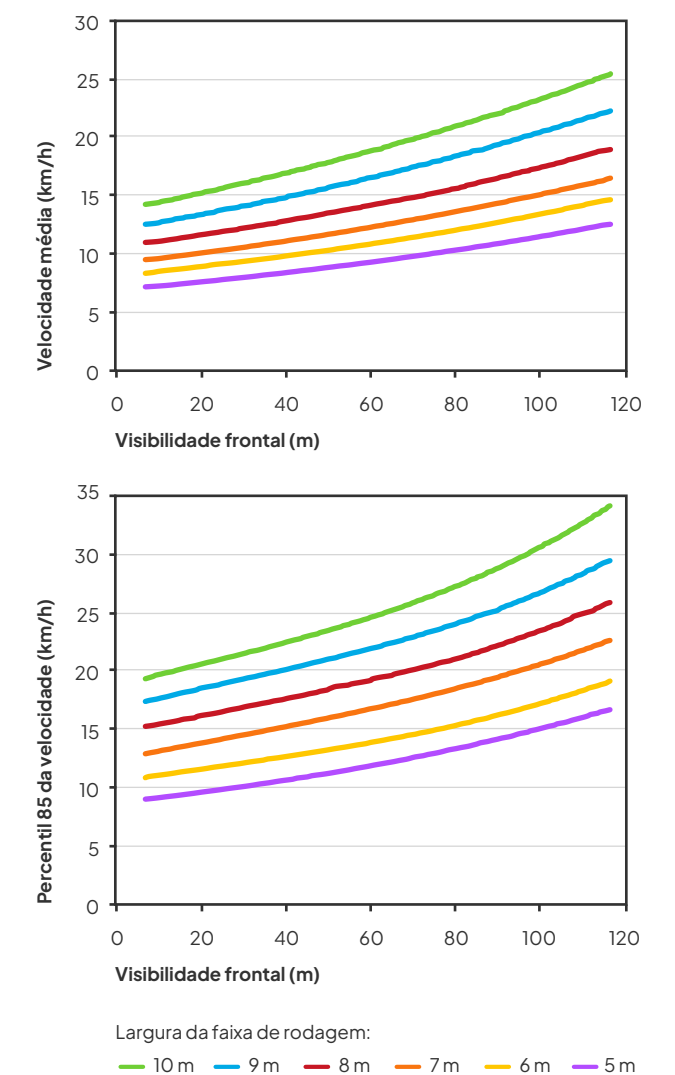
No traçado em planta é importante condicionar o comprimento dos alinhamentos retos.

Nas rodovias urbanas de Nível I, a velocidade máxima a considerar no alinhamento reto será de 80 km/h, conforme recomendado em 2.3 do Fascículo I (ver respetivo Quadro 2.2). Assim, o comprimento dos alinhamentos retos das rodovias urbanas de Nível I, deve estar limitado a um valor que induza uma velocidade desejada próxima do limite pretendido. Na Figura 2.6 apresentam-se as relações entre a visibilidade frontal e a velocidade média e o percentil 85 da distribuição de velocidades em arruamentos urbanos do Reino Unido, para várias larguras de faixa de rodagem. Estas figuras podem ser usadas para estimar o comprimento máximo de reta.

Os elementos retos extensos e conferindo linhas de visão desimpedida longas, propiciam a escolha de velocidades elevadas, o que é indesejável nos arruamentos de Nível II e III, bem como nos arruamentos residenciais de Nível IV, onde, como se referiu no Fascículo I, a velocidade de circulação deve ser baixa. Nas rodovias destes níveis hierárquicos, os elementos retos devem ter comprimento limitado e ser dotados de outros elementos que encorajem a escolha de velocidades de circulação baixas – próximas da velocidade pretendida (conforme definida no Quadro 2.1 do Fascículo I).

Figura 2.6

Velocidades de circulação, em função da largura da rua e da distância de visibilidade para a frente (Adaptado de York et al., 2007).



2.2.2 Alinhamentos curvos

As características a obedecer no que diz respeito a raios de curvas circulares e respetiva sobrelevação, e nas curvas de transição encontra-se descrito no capítulo 5.3 do Fascículo I, onde o valor das sobrelevações a usar nas rodovias de Nível I é indicado no Quadro 5.4 e o valor a adotar nas vias de outros níveis no Quadro 5.5.

2.2.3 Homogeneidade

Para efeitos da avaliação da homogeneidade do traçado, aspeto importante nas rodovias urbanas de Nível I, a velocidade a considerar no alinhamento reto será a “velocidade desejada”, ou seja, a velocidade não impedida nesse trecho reto, conforme definida em 4.1.2 do Fascículo I. Salienta-se que, também de acordo com o expresso no mesmo capítulo, deverá procurar-se que, nesse nível hierárquico da rede, a velocidade base adotada no projeto da estrada corresponda simultaneamente à velocidade desejada e à velocidade alvo definida em 4.1.2.3 do Fascículo I, o que nem sempre é possível unicamente através de elementos de traçado.

Quadro 2.9
Inclinação máxima desejável dos trainéis consoante o nível hierárquico.

Categoria	Subcategoria	Velocidade base (km/h)	Inclinação máxima (%)
Rodovia Urbana – Nível I		80	6
Arruamento – Nível II		50	8
Arruamento – Nível III		50	8
Arruamento residencial – Nível IV	Rua em Zona 30	30	8
	Rua em Zona de Coexistência*	20	5

* Nas zonas de coexistência a inclinação máxima é definida em função dos requisitos do peão.

¹ Aclives, também designados por subidas, e declives (descidas).

2.3 Traçado em perfil longitudinal

O traçado do perfil longitudinal consiste numa sucessão de segmentos com inclinação constante (trainéis¹) ligados por curvas de concórdância verticais. Estas, para além de suavizarem a passagem de um trainel para o outro, condicionando as acelerações verticais a que os veículos são submetidos, permitem, no caso das concórdâncias convexas, garantir que a distância de visibilidade se mantém na passagem da zona onde se situam os vértices geométricos de junção dos trainéis (Macedo et al., 2011), bem como a inscrição sem problemas de veículos com grande distância entre eixos ou pequena distância ao solo.

Em situações pontuais, é admissível que em alguns locais de muito baixa velocidade de circulação (por exemplo em parques de estacionamento) se efetuem ligações sem curva de concórdância entre trainéis, desde que a diferença angular entre eles não seja superior a 0,14º, conforme referido no Fascículo 1.

2.3.1 Trainéis

A inclinação máxima dos trainéis depende da velocidade base da estrada, sendo os valores máximos desejáveis em função da categoria hierárquica da via os indicados no Quadro 2.9.

Os trainéis com inclinações idênticas aos valores máximos referidos no Quadro 2.9 devem ter os respetivos comprimentos limitados ao valor máximo de 3 km.

No caso de terrenos montanhosos, a adoção de inclinações longitudinais superiores aos valores desejáveis pode permitir reduções significativas nos custos de construção ou ambientais, apesar de resultarem custos de utilização – consumo de combustível, requisitos de manutenção, tempos de percurso e níveis de sinistralidade – mais elevados.

Podem ser adotados valores superiores aos referidos no Quadro 2.9 (até ao limite do patamar da velocidade base imediatamente anterior), desde que justificado por estudo económico específico (Macedo et al., 2011).

Em estradas com muito baixo volume de tráfego e reduzida percentagem de veículos pesados, com velocidades de projetos não superiores a 50 km/h, podem ser adotadas inclinações superiores em 2% aos valores referidos no Quadro 2.9, desde que justificado por estudo económico e que os comprimentos envolvidos sejam inferiores a 150 m.

É desejável que os trainéis tenham uma inclinação longitudinal mínima de 0,5%. Este critério destina-se a assegurar uma drenagem satisfatória das águas superficiais. Poder-se-á dispensar o cumprimento deste requisito mínimo nos casos em que esteja assegurado, por dispositivos adequados, o escoamento superficial transversal e longitudinal da água, para fora da faixa de rodagem e da berma pavimentada (ou passeio).

Na zona de influência das intersecções é recomendável que a inclinação longitudinal de todos os ramos do cruzamento esteja limitada ao valor máximo de 4%.

2.3.2 Concordâncias verticais

As concordâncias entre trainéis são asseguradas mediante curvas parabólicas. Na seleção dos valores dos parâmetros relevantes das concordâncias (comprimento e curvatura máxima) é habitual considerar critérios de visibilidade, de aparência (conforto óptico) e de aceleração vertical (comodidade).

No Quadro 2.10 são apresentados comprimentos mínimos para o desenvolvimento das concordâncias em função da categoria hierárquica da via. Tratando-se de características subjetivas, são recomendados intervalos de valores e não valores numéricos exatos.

De igual forma, no Quadro 2.11, são definidos valores mínimos para o raio equivalente das concordâncias em função da categoria hierárquica da via.

Tal como referido no Fascículo I, a escolha dos parâmetros das concordâncias também é condicionada pela necessidade de assegurar as distâncias de visibilidade relevantes em cada secção da rodovia. Consoante o caso, o valor crítico pode corresponder à distância de visibilidade de paragem (DVP), à distância de visibilidade de ultrapassagem (DVU) ou à distância de visibilidade de decisão (DVD), conforme referido no capítulo 4.4 do Fascículo I.

Anota-se que, habitualmente, os critérios de visibilidade são determinantes na escolha do raio de curvatura das concordâncias convexas e, frequentemente, das concordâncias côncavas junto a obstáculos acima do gabarito vertical.

Quadro 2.10
Desenvolvimento mínimo das concordâncias (conforto óptico) consoante o nível hierárquico.

Categoria	Subcategoria	Velocidade base (km/h)	Desenvolvimento mínimo (m)
Rodovia Urbana - Nível I		80 70	80 - 120 70 - 120
Arruamento - Nível II		50	50 - 60
Arruamento - Nível III		50	50 - 60
Arruamento residencial - Nível IV	Rua em Zona 30	30	50 - 60
	Rua em Zona de Coexistência	20	50 - 60

Quadro 2.11
Raio equivalente mínimo das concordâncias (variação da aceleração vertical) consoante o nível hierárquico.

Categoria	Subcategoria	Velocidade base (km/h)	Raio equivalente mínimo (m)
Rodovia Urbana - Nível I		80 70	1980 1520
Arruamento - Nível II		50	780
Arruamento - Nível III		50	780
Arruamento residencial - Nível IV	Rua em Zona 30	30	500
	Rua em Zona de Coexistência	20	500

2.4 Cruzamentos

Os cruzamentos são elementos da rede viária onde duas ou mais correntes de tráfego se cruzam, separam ou juntam gerando conflitos que são regulados e resolvidos de acordo com regras predefinidas e específicas de funcionamento (Seco et al., 2008c). Estes são pontos críticos da rede viária, em termos de capacidade e de segurança. São igualmente espaços onde os conflitos de interesses entre as redes rodoviárias motorizadas e as redes pedonais ou de rodovias com velocípedes são mais evidentes. Esses conflitos podem ainda incluir sistemas ferroviários ligeiros.

A conceção de um cruzamento será influenciada por diversos fatores, incluindo o alinhamento e inclinação das estradas de aproximação, requisitos de drenagem, presença de serviços públicos, acesso à propriedade e a presença de características locais, tanto naturais como artificiais. Existem outros fatores a considerar no desenvolvimento do projeto de um cruzamento, nomeadamente (Austroads, 2017d):

- Características dos utentes da rodovia (ocupantes de automóveis, peões, velocipedistas, condutores de veículos pesados de mercadorias, condutores e passageiros de autocarros e de elétricos);
- Exigências de veículos especiais ou de grandes dimensões;
- Topografia e disponibilidade de solo;
- Ambiente e património;
- Condicionantes físicas;
- Segurança e saúde no trabalho;
- Outros fatores.

Conforme mencionado no capítulo 2.4 do Fascículo I, os cruzamentos entre vias urbanas, da mesma categoria ou de categorias diferentes, constituem pontos críticos da rede, que condicionam o seu funcionamento, em termos de fluidez e segurança. O processo de hierarquização viária pressupõe, pois, o estabelecimento de regras precisas, primeiramente sobre a permissão ou negação de transferência do tráfego motorizado entre as vias que se cruzam, consoante a sua categoria, e seguidamente sobre as tipologias mais adequadas a que devem obedecer esses cruzamentos.

De acordo com a Brochura Técnica – “Rede Viária – Princípios de planeamento e desenho” (IMTT, I.P., 2011a) e em Seco et al. (2008), para os cruzamentos consideram-se basicamente as seguintes tipologias:

- Nó de ligação (D)
- Interseção (N)
 - prioridade à direita, ou sinalização de cedência de passagem ou “stop” (N1)
 - com sinalização luminosa (N2)
- Cruzamento giratório (R)
 - sem sinalização luminosa (R1)
 - com sinalização luminosa (R2)

No primeiro caso o cruzamento é desnivelado, havendo apenas conflitos por intersecção de trajetórias nas zonas de convergência dos ramos e com ângulos relativamente pequenos, em condições normais.

2.4.1 Tipos de cruzamentos

É possível distinguir cada uma das possíveis soluções pelo seu princípio de regulação, potencial de desempenho, tipo de hierarquização dos eixos afluentes ou pelo grau de impacto sobre a envolvente. Tendo como referência os princípios de regulação das prioridades relativas entre as diferentes correntes de tráfego e a estrutura geométrica fundamental, é possível distinguir o conjunto de tipologias descritas acima. A cada uma destas tipologias correspondem diversas soluções, com condições de aplicabilidade e níveis de segurança bastante variados.

No Quadro 2.12 são apresentadas as características, campo de aplicação, vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de cruzamentos.

As rotundas podem ser agrupadas de acordo com os seguintes subtipos: rotundas normais, minirotundas, rotundas desniveladas, rotundas duplas e rotundas com sinalização luminosa. No Quadro 2.13 são apresentadas as características, campo de aplicação, vantagens e desvantagens das rotundas.

As interseções com sinalização luminosa podem ser classificadas de acordo com o tipo de funcionamento adotado, divididas em interseções com comando de tempo fixo (com base em planos de regulação pré-definidos) ou com comando atuado (com ajustamentos em resposta a alterações verificadas na procura).

Da mesma forma, estas interseções podem ser divididas em interseções com comando independente (em que o plano de regulação apenas tende a otimizar o funcionamento de um cruzamento) ou com comando coordenado (em que existe coordenação do funcionamento de vários cruzamentos adjacentes).

No Quadro 2.14 são apresentadas as características, campo de aplicação, vantagens e desvantagens das interseções com sinalização luminosa.

Nos quadros seguintes são apresentadas as características, campo de aplicação, vantagens e desvantagens das interseções com sinalização de cedência de passagem ou “stop” (Quadro 2.15) e com prioridade à direita (Quadro 2.16).

Quadro 2.12 Desnivelamento (adaptado de Seco et al., 2008c, Austroads, 2017d).

Características	Campo de aplicação	Vantagens	Desvantagens
• Eliminação total ou parcial dos conflitos entre movimentos direcionais que se cruzam através da sua segregação espacial • Cruzamento parcialmente desnivelado: um ou mais conflitos de tráfego são regulados de nível através do recurso a soluções do tipo prioritário, sinais luminosos ou rotunda	• Solução a adotar quando todas as soluções de nível se revelam incapazes de resolver o problema • Situações de confluência de vias de importância semelhante (desnivelamento total) • Situações onde um dos eixos é dominante (desnivelamento parcial)	• Níveis muito elevados de capacidade, particularmente nos movimentos principais • Níveis reduzidos de sinistralidade	• Custo de investimento e espaço ocupado muito elevados. • Circuitos pedonais extensos

Quadro 2.13 Rotunda (adaptado de Silva e Seco, 2008; Silva e Seco, 2012; Seco et al., 2008c; Austroads, 2017d).

Características	Campo de aplicação	Vantagens	Desvantagens
• Circulação dentro do cruzamento em sentido obrigatório contrário ao ponteiro dos relógios, utilizando uma faixa de rodagem que se desenvolve em volta de uma placa central curvilínea com raio aproximadamente constante • Prioridade aos veículos que se encontrem no interior da rotunda • Elevada capacidade de controlo do comportamento dos condutores, que se reflete nomeadamente na redução de velocidade que, de uma forma física, impõe a todos os veículos que acedem e circulam no cruzamento	• Cruzamentos de vias com característica funcional e fluxos de tráfego semelhantes • Rotundas não semaforizadas não são integráveis em redes com controlo por sinalização luminosa • Níveis globais de tráfego muito diferentes e níveis de fluxos de viragem à esquerda significativos • Acomoda com facilidade inversões de marcha • Zonas de transição de características geométricas ou de condições de circulação. • Zonas suburbanas, sem restrições de espaço significativas e onde se registem volumes de tráfego pedonal reduzido. • Solução de acalmia de tráfego, nomeadamente em áreas residenciais • Interligação de eixos viários com tráfegos significativos, mas de níveis hierárquicos diferentes, privilegiando os movimentos principais (rotundas desniveladas)	• Maior capacidade do que intersecções com prioridade à direita ou intersecções prioritárias. • Custo de investimento moderado (soluções de nível) • Níveis elevados de capacidade, genericamente equivalentes aos dos cruzamentos regulados por sinais luminosos • Solução bastante segura para veículos motorizados	• Exigente quanto a espaço ocupado (dimensão, forma), quando comparada com as restantes tipologias de (exceto minirotundas). • Tipologia em que a forma de regulação e funcionamento do cruzamento se mantém inalterada ao longo do tempo • Problemas de sinistralidade associados a velocípedes. • Circuitos pedonais extensos

Quadro 2.14 Intersecção com sinalização luminosa (adaptado de Seco et al., 2008c, Pires da Costa et al., 2008; Austroads, 2017d).

Características	Campo de aplicação	Vantagens	Desvantagens
• Atribuição em diferentes períodos de tempo e através de sinalização luminosa, de direito absoluto ou parcial de passagem aos diferentes movimentos direcionais de tráfego que têm trajetos conflitantes	• Alternativa a rotundas se os níveis de tráfego nas várias entradas forem muito desequilibrados ou com grandes variações relativas ao longo do tempo • Tipologia adequada a um funcionamento coordenado entre cruzamentos. • Zonas urbanas com restrições de espaço, nível de conflito significativo com o sistema pedonal, maior densidade de cruzamentos, ou maior variabilidade de volumes de tráfego	• Custo de investimento e exigência de espaço moderados • Níveis elevados de capacidade, globalmente semelhantes aos atingíveis por rotunda • Tipologia em que a forma de regulação e funcionamento da intersecção pode ser alterada ao longo do tempo • Solução com a possibilidade de serem atribuídos diferentes níveis de prioridade a diferentes modos ou utilizadores (por exemplo, autocarros)	• Maiores custos de manutenção e exploração, do que as restantes tipologias de intersecção • Dificuldade em acomodar níveis significativos de viragens à esquerda. • Extrema dificuldade em acomodar inversões de marcha

Quadro 2.15 Intersecção com sinalização de cedência de passagem ou "stop" (adaptado de Seco, Pais Antunes e Pires da Costa, 2008; Silva, Seco, Macedo, 2008, Austroads, 2017d).

Características	Campo de aplicação	Vantagens	Desvantagens
• Atribuição de diferentes níveis de prioridade a diferentes movimentos direcionais de tráfego ou ramos de acesso • Solução hierárquica, em que a atribuição de prioridade de acesso a um ou mais ramos ou movimentos direcionais corresponde à atribuição a estes de maior importância funcional • Regulação por colocação de sinalização vertical (stop ou cedência de passagem), acompanhada da correspondente sinalização horizontal • Não deve ser aplicado em situações onde não exista um com a aparência de arruamento prioritário ou dominante • Níveis médio/baixos de capacidade (até 15 000 veículos/dia recorrendo a canalização e segregação dos movimentos)	• Utilização em cruzamento com níveis moderados de tráfego e onde exista um eixo dominante	• Simplicidade e baixo custo (mais elevado no caso de soluções com significativos graus de canalização e segregação do tráfego)	• Podem ocorrer situações de incorreta perceção e correspondente má aplicação das regras de cedência de passagem em vigor no local • Níveis de segurança inferiores aos das tipologias alternativas com exceção da prioridade à direita, embora os subtipos com canalização de tráfego permitam melhores resultados

Quadro 2.16 Intersecção com prioridade à direita (adaptado de Seco et al., 2008c; Silva, Seco, Macedo, 2008; Austroads, 2017d).

Características	Campo de aplicação	Vantagens	Desvantagens
• Inexistência de qualquer sinalização de atribuição de prioridades • Prioridade aos veículos que se apresentem pela direita relativamente a quaisquer outros que se aproximem do cruzamento	• Níveis de tráfego baixos e, tendencialmente, equilibrados entre as diferentes entradas • Sempre que a disposição da interseção não indicia uma hierarquia entre as entradas. (Em caso contrário, pode induzir perceção errada da regra vigente, surpreendendo condutores não habituais • Velocidades de aproximação reduzidas • Vias urbanas de Nível III e IV	• Simplicidade e baixo custo	• Dificuldade de interpretação da prioridade relativa em intersecções com 4 ou mais ramos • Incapacidade para regular a prioridade relativa de acesso • Nível de capacidade baixo

2.4.2 Seleção, conceção e dimensionamento

A seleção da tipologia genérica e das características específicas da solução adequadas a uma determinada situação, passará pela análise integrada do potencial de desempenho, ao longo da vida útil do cruzamento, de cada hipótese alternativa, relativamente a um amplo conjunto de valências, umas ligadas à qualidade intrínseca da solução, e outras mais ligadas à sua capacidade de integração ao nível da rede e do espaço envolvente.

Para cada uma das tipologias de cruzamentos admissíveis, ficaram definidas no Fascículo I (capítulo 2.4) quais as tipologias que se consideram passíveis de ser adotadas para os mesmos, de acordo com o representado no Quadro 2.17.

Conforme mencionado no referido capítulo do Fascículo I, diversos fatores devem ser tidos em conta na análise e decisão sobre a tipologia de cruzamento a adotar, uma vez conhecida a categorização funcional das vias que se cruzam, designadamente:

- Volumes de tráfego em presença;
- Capacidade a instalar;
- Contexto urbano e espaço disponível para implantação;
- Funções acessórias atribuídas à interseção;
- Prioridades especiais;
- Segurança rodoviária de todos os utentes.

Quadro 2.17
Tipologias possíveis para os cruzamentos admissíveis (adaptado de IMTT, I.P., 2011a).

	Tipologia de intersecção								
Tipologia de exploração de intersecção	1/1	1/2	1/3	2/2	2/3	2/4	3/3	3/4	4/4
Desnivelamento	x	x	x						
Rotunda com sinalização luminosa				x	x				
Rotunda				x	x	x	x	x	x
Sinalização luminosa				x	x	x ¹	x		
Cedência de passagem ou STOP						x ²	x	x	x

¹ Obrigatoriedade de viragem à direita
² STOP com obrigatoriedade de viragem à direita

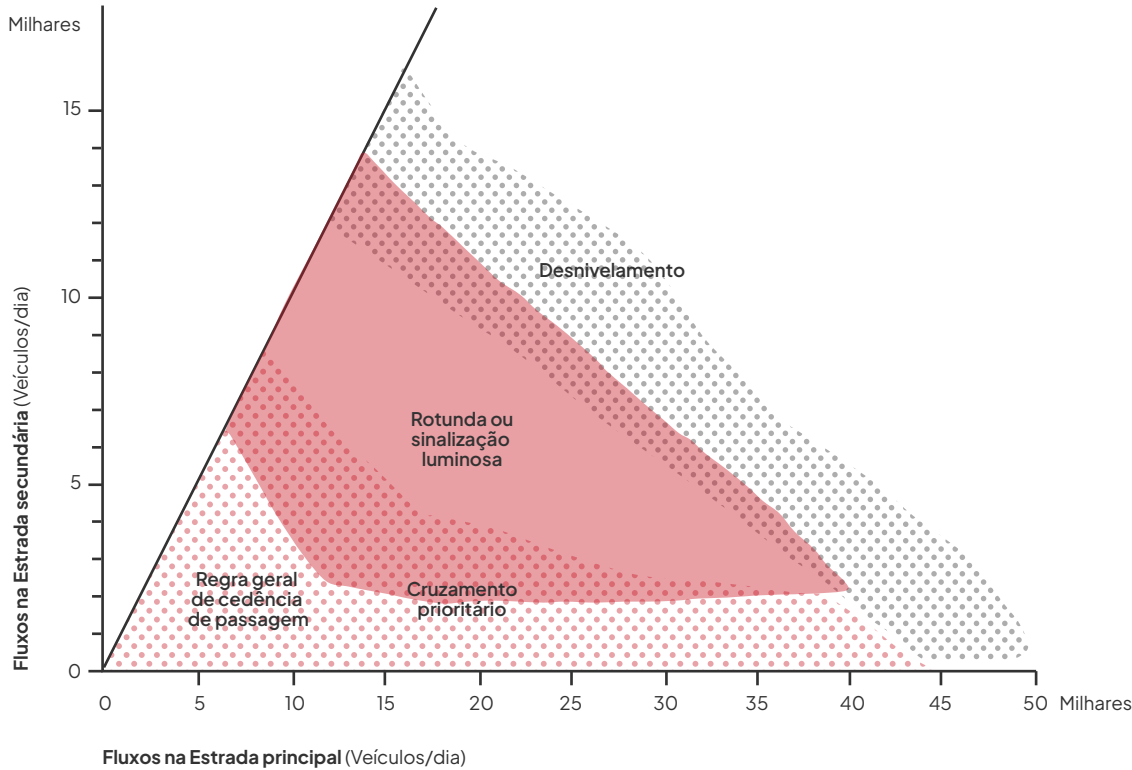
No caso de cruzamentos para acesso às zonas de 30 e de coexistência ou sua ligação com o resto da rede viária deverá ser previsto o recurso a portões.

Um dos fatores fundamentais para a decisão sobre a tipologia de cruzamento a adotar é o da capacidade a instalar para fazer face à procura estimada de transporte rodoviário. Nalgumas zonas urbanas existe uma condicionante adicional, em alguns cruzamentos, devida à circulação de elétricos, que coloca problemas específicos de regulação do tráfego de superfície.

A sequência de tipologias de cruzamentos apresentada no Quadro 2.17, corresponde a um ordenamento decrescente da capacidade potencial das interseções. É de salientar que os níveis de capacidade potencial oferecidos pelas soluções com regulação por sinais luminosos e as do tipo rotunda são semelhantes (Seco et al., 2008c).

A Figura 2.7 ilustra o campo de aplicação das principais tipologias acima descritas em função dos níveis de tráfego confluentes entre a estrada principal e a estrada secundária.

Figura 2.7
Tipologia de cruzamentos admissíveis e sua capacidade potencial (adaptado de Seco et al., 2008c).



É de salientar a existência de zonas de sobreposição dos campos de aplicação das soluções prioritárias em relação às do tipo rotunda ou semafórica, e destas em relação aos desnivelamentos. Tal situação fica a dever-se à existência de outros fatores determinantes para a decisão sobre a tipologia de cruzamento a adotar, previamente enumerados e descritos na coluna “Campo de aplicação” dos Quadros 2.12, 2.13, 2.14, 2.15 e 2.16. Acresce que para fluxos de tráfego reduzidos em ambas as estradas pode ainda considerar-se a solução da regra geral de cedência de passagem.

A seleção da tipologia a aplicar em cada caso dependerá ainda de uma análise económica, que, no caso de análise custo-benefício, permita comparar custos e benefícios generalizados associados a cada alternativa (custos temporais associados aos atrasos, de sinistralidade, de operação dos veículos, económicos ou ambientais, de investimento, manutenção e operação) ou, no caso de análise multicritério, é avaliada a qualidade das soluções alternativas face a um conjunto alargado de objetivos (Seco et al., 2008c).

O dimensionamento dos cruzamentos deve conciliar os aspetos relativos às condições de segurança para todos os modos de deslocação, em particular para os modos ativos, e a necessidade de assegurar a capacidade de escoamento de tráfego.

De acordo com a Brochura Técnica – “Rede Viária – Princípios de planeamento e desenho” (IMTT, I.P., 2011a) e em Seco et al. (2008), para os cruzamentos, independentemente da tipologia adotada, consideram-se basicamente os seguintes critérios:

• **Padronização:** a adoção de soluções padronizadas permite que os condutores reconheçam de imediato o tipo de cruzamento e o modo como nele se deverão comportar. A simplicidade de compreensão e utilização é essencial para que a tarefa de condução nos cruzamentos seja o mais simples possível, de modo a minimizar o risco de erro por parte dos condutores. A facilidade de reconhecimento e utilização do cruzamento não impede que o mesmo possa ser espacial e geometricamente complexo (por exemplo, dotado de canalização ou de restrição de movimentos direcionais).

• **Legibilidade:** um cruzamento é legível quando a sua localização e modo de funcionamento são facilmente perceptíveis a uma distância suficiente para que os condutores adaptem a sua condução à situação de tráfego que vão encontrar e aos movimentos que pretendam executar. No critério de legibilidade há que considerar a legibilidade de aproximação ao cruzamento e a legibilidade interna do mesmo. A primeira consiste na identificação da presença de um cruzamento por parte do condutor e deve promover a adequação do seu comportamento. A legibilidade de aproximação pode assegurar-se pela rutura da continuidade do fluxo visual do traçado da via. A legibilidade interna do cruzamento corresponde à compreensão clara e imediata

da geometria e do modo de funcionamento da mesma. A legibilidade interna pode ser promovida através de uma organização simples dos movimentos autorizados e de sinalização compreensível, credível e coerente com a envolvente em que se integra.

- **Visibilidade:** num cruzamento deve ser assegurado um campo de visão suficientemente alargado para permitir visualizar e perceber corretamente o cruzamento e a sua sinalização, os restantes utilizadores e os espaços envolventes. Para tal:
 - a velocidade de aproximação dos veículos ao cruzamento deve ser reduzida, de forma a aumentar a visão periférica;
 - a disposição do mobiliário urbano e o estacionamento não devem impedir linhas de visada dentro do triângulo de visibilidade entre 0,90 m e 2,40 metros de altura;
 - não deve existir estacionamento na envolvente imediata dos cruzamentos, assegurando as características do triângulo de visibilidade relevante (ver capítulo 4.4.3 do Fascículo I);
 - preferencialmente os eixos das rodovias intercetantes devem fazer um ângulo de 90°.

- **Minimização do espaço afeto à circulação:** os cruzamentos sobredimensionados podem apresentar diversas desvantagens, nomeadamente:
 - trajetórias dos veículos mal definidas que tendem a distanciar desconcentrar os pontos de conflito;
 - velocidades de entrada no cruzamento muito elevadas;
 - aumento das distâncias de atravessamento do cruzamento (sobreposição de trajetórias conflituantes), diminuindo a capacidade deste;
 - aumento das distâncias de atravessamento dos peões, potenciando situações de insegurança;
 - presença indesejada de veículos no interior do cruzamento.

Um aspeto fundamental para a minimização do espaço afeto à circulação dos veículos motorizados consiste na redução dos potenciais pontos de conflitos e dos raios de curvatura para os movimentos de viragem à direita, de forma a reforçar o carácter urbano e induzir uma redução de velocidade.

- **Flexibilidade:** a flexibilidade de implementação e adaptabilidade das soluções pode revelar-se importante para permitir eventuais faseamentos, no tempo, da implementação da solução, ou para que seja possível proceder a adaptações no seu funcionamento, de modo a dar resposta a alterações significativas das características da procura, minimizando os seus custos. Neste sentido, é desejável fazer uma análise de sensibilidade em torno do cenário de referência.

No Fascículo IV apresentam-se exemplos de soluções para intersecções em arruamentos de nível II, III ou IV.





Atravessamentos de povoação

3.1 Enquadramento

Os atravessamentos urbanos resultam de antigas ligações entre cidades e vilas que, ao inserirem-se em zonas urbanas, serviam tanto para as deslocações locais como para as deslocações mais longas. Em diversas situações, os atuais atravessamentos urbanos resultaram da progressiva urbanização do solo marginal a estradas interurbanas (tornado facilmente acessível por estas), frequentemente sem cuidado de preferência por ocupação unilateral nem de reserva de espaço para rodovias de serviço. Com a evolução da taxa de motorização, foi sendo dada primazia ao tráfego de veículos motorizados, através de alargamentos do espaço dedicado à circulação de veículos, para permitir manter níveis de serviço adequados ao tráfego de longo curso (Silva e Santos, 2011).

Nos atravessamentos urbanos ocorrem funções conflituantes: a função mobilidade relativa ao tráfego de atravessamento, para a qual são neces-

sárias condições compatíveis com níveis de serviço elevados (velocidades, tempos de percurso e densidades); e as funções acessibilidade e usufruto do espaço, associadas às atividades locais do aglomerado, que são incompatíveis com os níveis de serviço atrás referidos. Esta incompatibilidade traduz-se na perda de qualidade de vida para os habitantes e utentes vulneráveis, uma vez que são potenciadas quer a frequência quer a gravidade dos conflitos do tipo veículo-veículo e peão-veículo, que estão na generalidade dos casos associados a sinistralidade grave. Os problemas de congestionamento afetam negativamente o ambiente do aglomerado urbano, através de poluição atmosférica e sonora, vibração e intrusão visual, entre outros. Socialmente há também indução de impactes negativos, como o efeito barreira, a má qualidade do espaço público (por exemplo pela ausência de passeios, passagens de peões ou separadores centrais), e o sentimento de insegurança (Silva, et al., 2011a).

Diversos trechos de atravessamento urbano apresentam traçados retilíneos e perfis transversais tipo com duas ou mais vias e bermas largas, que promovem, no seu conjunto e de uma forma geral, a prática de velocidades elevadas, não compatíveis com a circulação de peões em segurança.

Como forma de resolução deste problema têm sido promovidas soluções que criam condições mais favoráveis à vivência urbana, diminuindo o efeito de barreira, sem preterir as necessidades de fluidez do tráfego de atravessamento e cujos princípios gerais são basicamente os seguintes (Silva e Santos, 2011):

- *“Reorganização funcional da rede viária envolvente e reestruturação dos sentidos de trânsito de modo a reduzir o número de acessos diretos e/ou de conflitos;*
- *Redução da velocidade de circulação por recurso a medidas físicas restritivas;*
- *Redução da largura da faixa de rodagem e eliminação/redução da largura das bermas;*
- *Reafecção do espaço sobrando a outros utilizadores e atividades urbanas (passeios, rodovias com velocípedes e praças);*
- *Formalização de passagens de peões em locais adequados e criação de espaços de circulação para peões e velocípedes”.*

Uma forma de resolver o problema destes atravessamentos urbanos consiste na construção de variantes ao centro das localidades, que visam retirar integralmente da povoação afetada o tráfego de atravessamento, com benefícios tanto para o nível de serviço associado a esses movimentos, como para a qualidade da vivência urbana. Genericamente, é recomendável que a ligação das novas variantes à restante rede de estradas cumpra um conjunto de requisitos (Cardoso, 1999):

- Planear a variante para que não seja confundida com uma estrada de circunvalação (urbana de Nível I) integrada na rede urbana;
- Minorar o número de ligações à variante;
- Desnívelar as ligações à variante;
- Evitar o atravessamento (interseções em X) da variante;
- Impedir que a variante possa ser atrativa para o tráfego local (que se deve manter na rede do aglomerado urbano).

Na generalidade dos casos, as variantes apresentam menos acidentes não corporais e menos acidentes corporais (mas com redução inferior à dos acidentes não corporais) do que os trechos que substituem.

Habitualmente, a construção de uma variante não permite resolver os problemas de sinistralidade associados aos trechos desclassificados², que substituem, a qual está relacionada maioritariamente com a prática de velocidades excessivas face às atividades que se desenvolvem nas imediações da rua (antiga estrada). Pode verificar-se um aumento do número e gravidade de acidentes com peões e velocípedes na antiga estrada de atravessamento, se não houver remodelação da mesma, adaptando-a às pretendidas características urbanas. A experiência internacional demonstra que o potencial de melhoria da segurança rodoviária de uma variante só é completamente obtido, se a construção da variante for acompanhada pelo tratamento do trecho desclassificado, integrando-o na rede urbana e conferindo-lhe características compatíveis com a sua função nessa rede (Nilsson, 1994; Elvik e Vaa, 2004).

A construção de variantes nem sempre se revela viável, em especial por razões económicas, designadamente quando o volume de tráfego de atravessamento não o justifica. Nesses casos, os atravessamentos devem ser objecto de intervenção, a qual deve privilegiar a função acessibilidade.

² Estrada desclassificada – a estrada que nos termos da legislação em vigor já não integra a rede rodoviária nacional (Lei n.º 34/2015, de 27 de abril – Estatuto das estradas da rede rodoviária nacional).

3.2 Soluções aplicáveis

No tratamento dos problemas associados aos atravessamentos de localidades, têm sido preconizadas três abordagens alternativas (Djurhuus et al., 1991 e Marques, 2005, referidos em Silva et al., 2011a):

- a) Construção de uma variante ao aglomerado urbano e remodelação do atravessamento para função acessibilidade;
- b) Reordenamento do trecho de atravessamento beneficiando o tráfego de atravessamento (privilegiando a função mobilidade ou distribuição);
- c) Remodelação do trecho, de modo a prevalecer a função acessibilidade e favorecendo as atividades urbanas.

A decisão de construção de uma variante assenta essencialmente na incompatibilidade dos tráfegos de atravessamento e local, que penaliza tanto o nível de serviço, como a qualidade de vida da população local, bem como na relevância do tráfego de atravessamento. Este tipo de intervenções é habitualmente mais exigente do ponto de vista económico, com investimentos cerca de 2 a 3 vezes maiores do que os associados ao reordenamento do eixo (Djurhuus, et al., 1991). Como já referido, a construção da variante deve ser acompanhada da remodelação do trecho urbano desclassificado, conformando-o à função acessibilidade pretendida (Nilsson, 1994 e Cardoso, 1999).

Para que esta solução seja eficaz, o tráfego de atravessamento deve ser induzido a procurar a variante, através da reabilitação do espaço canal que atravessa o aglomerado, focado na conformidade à função acessibilidade pretendida e na melhoria da vivência urbana, o que normalmente corresponde a baixas velocidades de circulação dos veículos motorizados. Sendo bem concebida, a variante permitirá sempre deslocações mais rápidas e fluídas do que o atravessamento reabilitado, pelo que a requalificação da rodovia de atravessamento se destina a garantir que o tráfego local não aumenta de velocidade, hipotecando os benefícios do menor volume de circulação.

As soluções de reordenamento do trecho de atravessamento que beneficiam o tráfego de atravessamento estão direcionadas para tentar assegurar níveis elevados de fluidez do tráfego motorizado, secundarizando as necessidades do tráfego local e da população. A obtenção de níveis de serviço viáveis é apenas possível através da aplicação de medidas de segregação modal, para proteção dos utentes mais vulneráveis. Tais soluções originam efeitos de barreira dificilmente aceites pelas populações afetadas. Acresce que numa ótica de Sistema Seguro, não é possível compatibilizar as exigências do tráfego de atravessamento com as necessidades do tráfego local.

Finalmente, tem-se a solução de remodelação do trecho que dá primazia à função acessibilidade e às atividades urbanas. Uma vez que se pretende diminuir o efeito de barreira da estrada na povoação, as medidas aplicadas são vocacionadas para a diminuição da qualidade do serviço da circulação dos veículos motorizados, tanto no que se refere à velocidade quanto ao espaço disponível na faixa de rodagem.

A escolha da abordagem mais adequada não é, em regra, evidente, dependendo do volume e características do tráfego motorizado, da importância da componente do tráfego de atravessamento, da dimensão do aglomerado urbano, da demora associada à manutenção do atravessamento e da aceitabilidade social dos inconvenientes do efeito de barreira associado à solução escolhida.

Segundo Silva, et al. (2011c), é relativamente comum o uso de critérios baseados na dimensão do aglomerado ou no Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) para fundamentar a escolha da abordagem mais adequada.

No documento elaborado por Silva, et al. (2011c), foi proposto o TMDA como fator primordial para selecção das soluções padrão, tendo sido definidas três categorias correspondentes a tráfego elevado, moderado e baixo. São ainda considerados outros dois fatores complementares a atender na escolha: as condicionantes de espaço canal e a extensão da localidade. No Quadro 3.1 apresentam-se as recomendações quanto à abordagem a seguir em cada caso.

No documento é recomendado que a construção de uma variante a aglomerado urbano deva ser escolhida nos casos em que o TMDA seja superior a 20000 veículos, o congestionamento seja elevado ou a extensão do aglomerado imponha tempos de percurso superiores a 10 minutos. No entanto, segundo Nilsson (1994), o TMDA na via de atravessamento não deve ser superior a 8000 veículos.

No referido documento, para TMDA superiores a 12000 veículos atravessando localidades com menos de 5000 habitantes é preconizado o reordenamento do trecho de atravessamento beneficiando o tráfego de longo curso, abordagem que não é compatível com a do Sistema Seguro, como já referido.

Quadro 3.1
Aplicabilidade recomendada por Silva, et al., 2001 para a adoção de variantes.

Tipo de Soluções			
COM VARIANTE	SEM VARIANTE		
	Valorização do tráfego de atravessamento	Compatibilização com as atividades locais	
		TMDA moderado	TMDA baixo
TMDA > 20 000	12000 > TMDA > 20000	5000 > TMDA > 12000	TMDA < 5000
Congestionamentos acentuados	Congestionamentos moderados	Sem congestionamentos	Sem congestionamentos
Tempo de percurso > 10 min	Aglomerado urbano com menos de 5000 habitantes		

3.3 Seccionamento de um atravessamento urbano

O atravessamento de uma localidade por estradas principais abrange, na generalidade dos casos, vários tipos de envolvente rodoviária, desde a aparência vincadamente rural até ao aspeto eminentemente urbano, correspondendo a diferenciações nas atividades que se realizam nos terrenos marginais à estrada. Em consequência, é justificada a afinação de diferentes velocidades máximas, acompanhada por uma correspondente diferenciação na conceção da estrada e da sua envolvente imediata. Esta conceção deve induzir o condutor a alterar de forma natural o seu comportamento de condução, o qual na zona urbana (rua) deve ser consideravelmente diferente do seguido no espaço rural (estrada). Numa ótica de estrada autoexplicativa (ver Fascículo 1) o número de envolventes apresentadas aos condutores deve ser pequeno e fortemente diferenciado, para poder ser facilmente reconhecido. Neste sentido, o nível de restrições físicas deve ser menor na zona rural do que na proximidade da zona urbana e nesta menor do que no interior da localidade.

A envolvente rodoviária na zona urbana deve ser dotada de elementos diferenciadores relativamente ao trecho interurbano, designadamente sendo disponibilizado passeio para a caminhada dos peões, preferencialmente sobrelevado, previstas iluminação noturna, vias de circulação estreitas e substituição das guias por lancis, bem como instalados refúgios para facilitar o atravessamento da rodovia pelos peões.

Para facilitar o reconhecimento pelos condutores e demais utentes rodoviários, a fronteira entre estrada e rua deve ser bem vincada, mediante a instalação de “portões” concebidos para constituírem pontos singulares conspícuos na envolvente rodoviária.

A edificação de uma zona de aproximação, a montante do trecho de transição, conforme preconizado por Silva, et al. (2011c) revela-se extremamente difícil na prática, por falta de elementos suficientemente diferenciadores, que permitam aos condutores identificarem corretamente esse espaço como uma categoria individual. O próprio carácter transiente do comportamento de condução pretendido concorre para a dificuldade de modelação física (pelo projetista) e de identificação (pelos utentes rodoviários) da pretendida categoria de estrada. Acresce que, na eventualidade de ter sido possível obter a transição em contínuo de um comportamento de condução interurbano para outro de condução urbana, não seria necessário um portão para assinalar a nova categoria de estrada. Assim, no presente documento não se recomenda a criação de zonas de aproximação.

Nesta ótica, no sentido em que deve ocorrer diminuição da velocidade de circulação, considera-se recomendável a existência de uma zona de transição apenas dotada de sinalização de limites de velocidade degressivos e alertando para a aproximação ao portão de entrada no trecho remodelado para zona urbana. Já no sentido contrário, o trecho remodelado da zona urbana deve terminar abruptamente no portão.

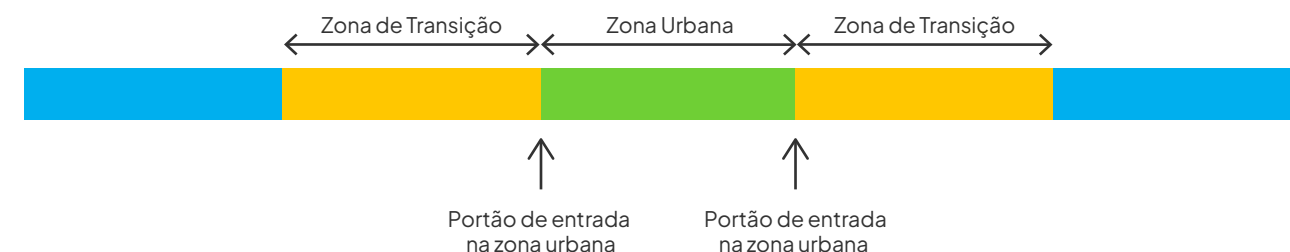
A zona de transição deve ter o comprimento necessário para realizar o disfarce da variação das características de traçado (por exemplo, início de passeios, variação da largura das vias, terminais de guardas de segurança – ver detalhes no Fascículo IV) e para colocar a sinalização dos limites de velocidade máxima, de forma a garantir não só a respetiva visibilidade atempada, mas também uma desaceleração aceitavelmente suave.

A sinalização do limite de velocidade à entrada na zona urbana atravessada pode ser feita mediante um conjunto de sinais C13 com valor degressivo em degraus de 20 km/h, o que tem, ainda, a vantagem de chamar a atenção dos condutores para a existência da sinalização e aumentar as oportunidades para percepção da mesma (Cardoso, 2010). No Quadro 3.2 apresentam-se os valores das distâncias entre sinais considerados em publicação da Prevenção Rodoviária Portuguesa. Estes são, também, os valores que têm sido habitualmente usados no nosso País.

Uma dificuldade adicional para a edificação de eventuais zonas de aproximação consiste na existência sucessiva de aglomerados urbanos num mesmo itinerário, com a quase eliminação do trecho rural, o que obriga a ter cuidados especiais nas zonas intermédias, para garantir a adequada variação da velocidade e comprimento mínimo de estrada sob regime específico de limite de velocidade.

Excetuando-se os trechos de variação do limite de velocidade referidos no Quadro 3.2, um determinado limite de velocidade deve ser aplicado ao longo de um comprimento mínimo de 300 m (Cardoso, 2010).

Figura 3.1
Seccionamento de um atravessamento urbano em zonas de intervenção distintas



Quadro 3.2
Distâncias entre sinais de limitação de velocidade, para degradações de 20 km/h (Almeida Roque, 2005).

Velocidade inicial (km/h)	Velocidade final (km/h)	Distância de desaceleração (m)
50	30	35
60	40	40
70	50	50
80	60	60
90	70	65

Seguindo os princípios de estrada autoexplicativa e tolerante do Sistema Seguro, a localização do portão deve coincidir com o início da zona urbana do atravessamento, onde a configuração da envolvente rodoviária deve evidenciar a diferenciação do ambiente rodoviário por forma a induzir nos utentes o comportamento pretendido.

Na escolha da configuração da rodovia no atravessamento deve atender-se à probabilidade de conflito entre peões (e velocípedes) e veículos motorizados, a qual não é idêntica em todo o espaço classificado como dentro de localidade, pelo que se justificam ponderações eventualmente diferenciadas dos critérios de resistência ao choque do ser humano (ver Fascículo I), em função da importância dessa probabilidade (Cardoso, 2010).

Por exemplo, em diversos atravessamentos de pequenas localidades por estradas interurbanas os sinais regulamentares de início de localidade são usados para demarcar os limites de expansão urbana (mas que ainda não ocorreu), podendo não se justificar o correspondente limite de 50 km/h, por ausência de elevado perigo de conflito peão-veículo. Simultaneamente, em diversos atravessamentos este limite pode ser excessivamente elevado, face à envolvente rodoviária e à dimensão da atividade urbana na localidade atravessada.

Por outro lado, o regime de circulação dentro de localidades não contempla as soluções de modelação do espaço urbano, adotadas em diversos países europeus, caracterizadas por ausência de atribuição de canais preferencialmente dedicados aos veículos motorizados, resultando na partilha do espaço pelos diferentes tipos utentes autorizados.

Face ao exposto, seria desejável a restrição do uso dos sinais de indicação de localidade ao fim rodoviário a que se destinam, que é o de indicar a zona de aplicabilidade de um regime de circulação, e não para demarcar limites administrativos.

No atual enquadramento legal, justifica-se a categorização das localidades população não superior a 5000 habitantes atravessadas por rodovias interurbanas em função das respectivas características de ocupação do solo, consoante sejam povoações compactas ou povoações dispersas e a configuração diferenciada da respetiva envolvente rodoviária bem como dos correspondentes limites de velocidade locais, conforme definido em documento específico (Cardoso, 2010).

Nesse documento, uma povoação compacta é toda a localidade cumprindo cumulativamente as seguintes condições:

- 20 ou mais edifícios em cada 300 m;
- 3 ou mais edifícios em cada 100 m;
- distância entre edifícios inferior a 200 m.

Nos restantes casos consideram-se os aglomerados populacionais como povoações dispersas.

Um atravessamento de povoação caracteriza-se por um portão em cada extremidade e pela zona urbana dentro da localidade.

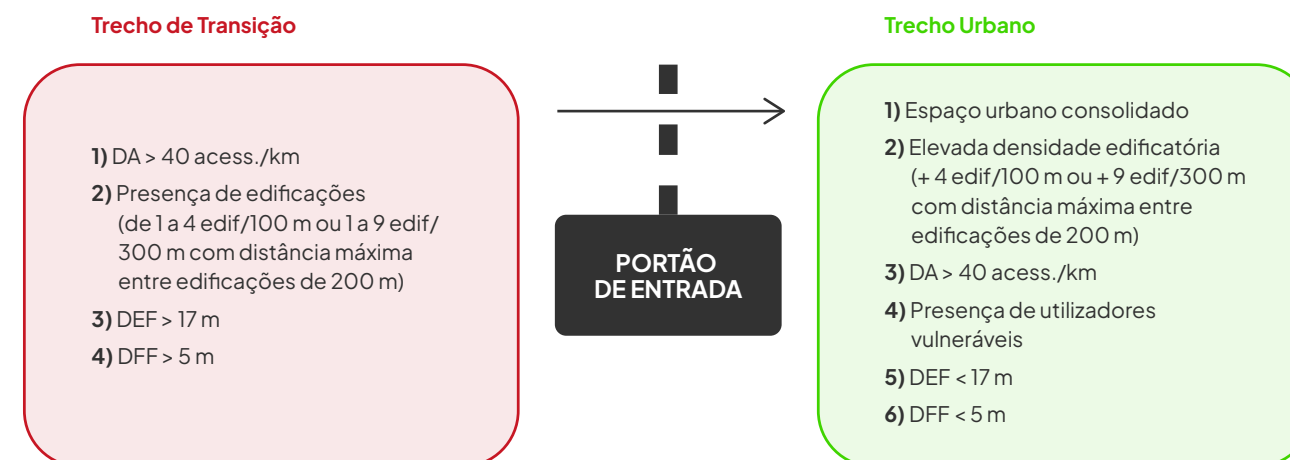
O portão deve ser posicionado no início da zona urbana. No entanto, a dispersão de edificações que muitas vezes caracterizam estes aglomerados urbanos complicam a aplicação deste critério. Segundo Cardoso (2010), o espaço urbano central é habitualmente caracterizado por uma densidade de edificações elevada e por um

número elevado de acessos diretos às propriedades (maior que 40 acessos/km). Também a presença mais acentuada de tráfego não motorizado (peões e velocípedes) e exigências ligadas à procura de estacionamento relacionada com atividades de serviços ou comércio local contribuem decisivamente para a identificação desta fronteira. Outro aspeto a ter em conta é a distância entre as fachadas dos edifícios fronteiras à faixa de rodagem, inferior a 17 m, e o valor das distâncias mínimas entre essas edificações e a faixa de rodagem (se inferior a 5 m). A conjugação destas condições justifica a afixação de limites de velocidade máxima de 50 km/h (regime de circulação urbano), balizando assim a entrada no espaço urbano compacto.

Na Figura 3.2 apresentam-se os indicadores que caracterizam a alteração ao ambiente rodoviário e que fundamentam a instalação de um portão. Silva et al. (2011a) propõem que, para além do critério associado ao número de acessos mínimos devem ainda ser verificados pelo menos 3 dos restantes 5 critérios estabelecidos para o trecho urbano.

Nos pontos seguintes apresentam-se recomendações para a configuração de cada um destes elementos.

Figura 3.2
Localização de portão de entrada em trecho de atravessamento de espaço urbano (Silva et al., 2011a)



3.3.1 Zona de transição

A zona de transição corresponde ao espaço necessário para informar o condutor da aproximação a portão de entrada em zona urbana. O ambiente em que se insere pode ser do tipo rural ou do tipo suburbano, sem edificações e sem presença de peões e velocípedes.

O maior condicionamento da velocidade nesta zona deve ser conseguido através de uma intensificação da utilização de elementos verticais, que diminuem a sensação de liberdade do condutor. É importante assegurar, no entanto, que a sua disposição não põe em causa as distâncias de visibilidade. Nesta zona deve também proceder-se à transição da largura das vias.

Os elementos verticais habitualmente utilizados são cortinas de arbustos de pequeno porte, conjugados com postes de iluminação pública, dispostos entre os dois portões, que permitem enfatizar a existência da singularidade ao mesmo tempo que se destaca a entrada em ambiente urbano (ver Figura 3.3).

A dimensão e disposição destes elementos devem provocar uma diminuição da largura ótica, de forma a constranger cada vez mais o condutor. Este efeito é conseguido através de um aumento de volumetria, através da plantação de mais arbustos ou da aproximação da sua disposição (ver Figura 3.4). A utilização de rotundas como portão origina a diminuição das velocidades, aumentando a segurança das manobras de inversão de marcha nessas zonas.

De forma a não degradar as condições de segurança é recomendável a não colocação de qualquer tipo de elemento rígido na zona livre, a qual deve ser caracterizada por ter uma superfície dessempanada e com inclinação transversal inferior a 1:3 (v:h) (Silva et al., 2011b). De acordo com Roque e Cardoso (2011), a largura da zona livre depende da velocidade de circulação, sendo que para 50 km/h ela deve ser 2,5 m e para 90 km/h deve ser 8,0 m. Para considerações adicionais sobre a adequada conceção da área adjacente

à faixa de rodagem, recomenda-se a consulta do documento anteriormente referido (Roque e Cardoso, 2011).

A iluminação pública é nesta zona de extrema relevância, pois contribui de forma significativa para a diferenciação das envolventes rodoviárias no período noturno. Deve ser colocada a partir do portão de entrada e continuar por toda a zona urbana.

Em termos de aplicação, considera-se que a iluminação pública, é (adaptado de LTSA, 2002):

- Obrigatória, sempre que existam passeios ou sempre que a presença de peões o justifique;
- Obrigatória, quando o trecho integre elementos físicos, como separadores centrais (contínuos ou localizados);
- Obrigatória, sempre que existam elementos físicos verticais nas proximidades da faixa de rodagem;
- Recomendável, quando a canalização for marcada no pavimento e não se verificar nenhuma das condições anteriores.

Importa ainda salvaguardar as seguintes regras de aplicação:

- A iluminação deve ser prevista de forma contínua, evitando-se a existência de trechos não iluminados, sob risco de poder originar situações de despiste nos períodos noturnos;
- As lâmpadas deverão ser dirigidas para o solo, evitando-se a geração de encandeamentos;
- A iluminação deve sempre realçar a localização de pontos críticos (intersecções, zonas com separadores centrais, atravessamentos pedonais e de velocípedes, etc.), designadamente através do aumento da intensidade da iluminação nessas zonas.

Os postes de suporte da iluminação devem ser preferencialmente do tipo frágil, de modo a derubarem facilmente na sequência de um eventual impacto. Nesse caso, a sua colocação deve ainda salvaguardar uma distância mínima de pelo menos 0,5 m em relação à delimitação da faixa de rodagem, devendo preferencialmente localizar-se fora da berma ou na extremidade oposta do passeio, relativamente à faixa de rodagem.

Recomenda-se que o perfil transversal tipo da zona urbana seja igual ao do portão de entrada no mesmo. É recomendável a beneficiação e eventualmente o alargamento das bermas, sendo a construção de passeios aconselhável em locais onde a presença do peão e/ou velocípede (com a devida construção de rodovia com velocípedes) seja sentida. A proteção destes utentes é particularmente relevante nos casos em que os volumes de tráfego sejam elevados (TMDA de 15000 veículos ou mais ou V85 >65 km/h) com particular incidência de veículos pesados (>15% do TMDA) (Silva et al., 2011b). Note-se que não são admissíveis condições de visibilidade deficientes. Nesses casos o limite de velocidade deve ser compatível com a Distância de Visibilidade de Paragem.

Figura 3.3
Entrada em ambiente urbano, com presença de uma rotunda

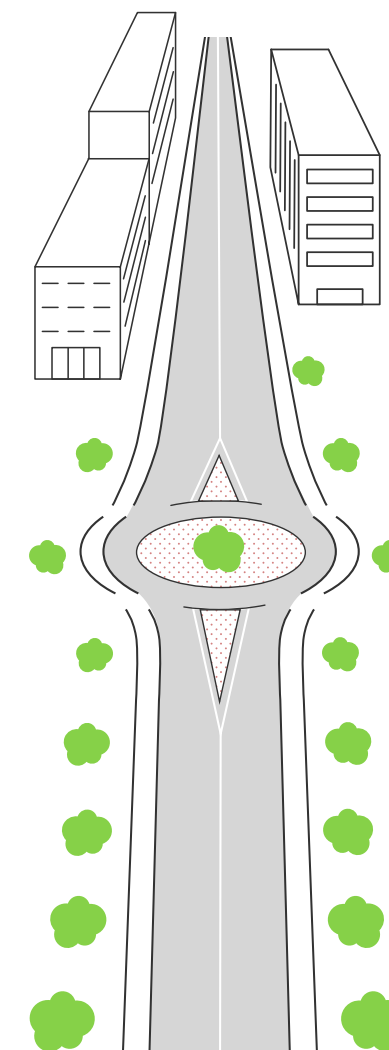
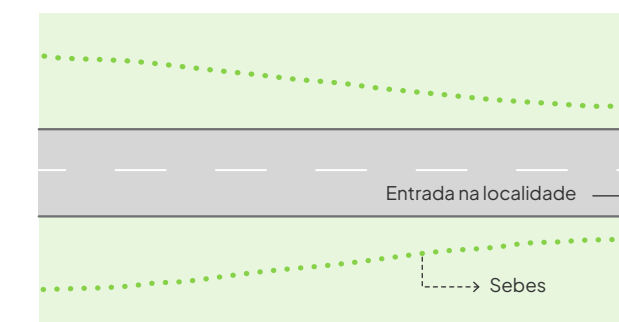


Figura 3.4
Disposição recomendada dos elementos verticais na aproximação do portão de entradas da zona urbana (adaptado de Silva, et al., 2011b)



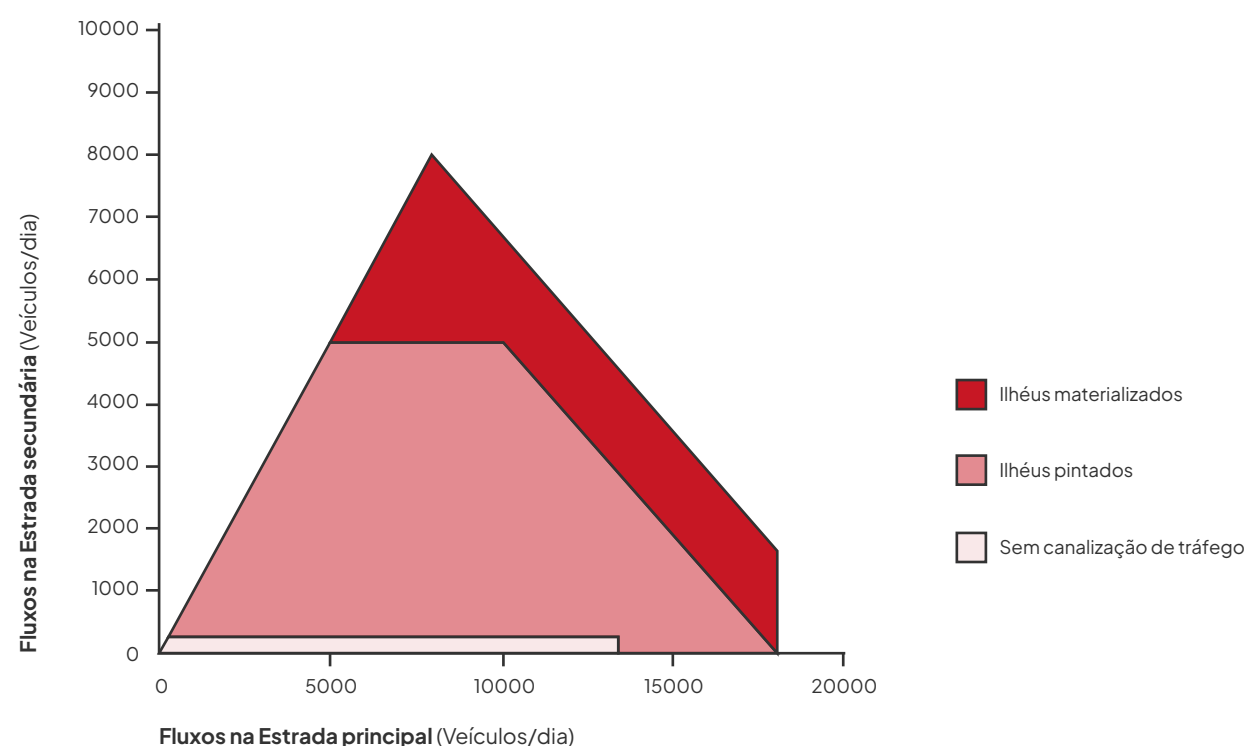
No portão de entrada, a transição da berma para o passeio deve ser suave, procurando evitar constituir um obstáculo que surge de forma inesperada, pelo que este deve ser sinalizado pela marcação de raias oblíquas (ver detalhes no Fascículo IV).

Nas zonas de transição, sendo locais de descontinuidade, exigindo elevada carga mental de condução não devem ser instalados elementos que aumentem as exigências da condução, como, por exemplo, paragens de transportes coletivos e estacionamento.

As intersecções que tenham de existir numa zona deste tipo devem ser do tipo prioritário com canalização dos movimentos. De acordo com Silva, et al. (2011b), a materialização dessa canalização pode ser conseguida de várias formas, conforme apresentado na Figura 3.5.

Nas zonas de transição o número de acessos à faixa de rodagem deve ser mínimo, devendo procurar-se locais alternativos para efetuar esses acessos.

Figura 3.5
Domínio de aplicação privilegiado das intersecções prioritárias (Department for Transport, 1995, referido em Silva, et al., 2011b)



3.3.2 Portões

Como já referido, um portão tem como objetivo alertar o condutor para a entrada numa zona diferenciada, quer em termos de exigências do sistema de tráfego quer no que se refere ao risco de acidente, assinalando, no caso dos atravessamentos urbanos, a separação entre a envolvente interurbana e o meio urbano.

Seguindo os conceitos de estrada autoexplicativa e tolerante do Sistema Seguro, a localização do portão, cuja função é alertar o condutor para a mudança de regime de circulação, deve coincidir com o início da zona urbana do atravessamento.

É recomendável a colocação de sinalização em secções anteriores ao portão, como forma de alertar o condutor relativamente à necessidade de alterar as condições de circulação devido à aproximação de um aglomerado urbano.

Uma vez que demarca a alteração da velocidade máxima, são recomendadas soluções visualmente impactantes, sem serem muito restritivas ao comportamento do condutor (National Roads Authority, 2005).

É no portão que deve ser colocado o sinal de “início de localidade” (N1a ou N1b do RST), a partir do qual é imposto o regime de circulação dentro de localidade, conforme determinado no Código da Estrada e no RS. Assim, o referido sinal não deve ser colocado por questões administrativas, em trechos onde não se justifique o referido regime de circulação, na medida em que a envolvente rodoviária ainda tenha um caráter rural, sem presença de utilizadores vulneráveis, e sem função de acesso ou de fruição do espaço. A localização do portão e do correspondente sinal a montante do local onde é efetivamente necessário, pode criar restrições exageradas ao nível de serviço oferecido pelo itinerário e viola as expectativas do condutor, inviabilizando a criação de uma rede de estradas e ruas autoexplicativas e tolerantes.

O portão de entrada deve marcar o início ou reforço da instalação de passeios, da colocação de iluminação pública, rodovias com velocípedes, atravessamentos pedonais, gares destinadas ao estacionamento, paragens de transportes coletivos, entre outros.

É também no portão que devem ser instalados os sinais de limite de velocidade máxima a cumprir no atravessamento. Os valores a afixar devem ser determinados de acordo com a categoria da povoação atravessada, conforme critérios estabelecidos em Cardoso (2010):

- Atravessamento de povoação compacta com limite de 40 km/h;
- Atravessamento de povoação dispersa com limite superior a 50 km/h³;
- Atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite geral de 50 km/h (caso em que não é necessário o sinal C13).

A materialização do portão deve ser conseguida por uma combinação de medidas físicas de controlo de velocidade, complementadas por soluções arquitetónicas e de integração paisagística. São aceitáveis as seguintes soluções:

- Rotunda de nível;
- Gincana com estrangulamento da via;
- Semáforos de controlo de velocidade.

³ Nota: Nestes casos, a afixação de limite superior a 50 km/h é feita por despacho do Presidente da ANSR.

3.3.3 Arruamento na zona urbana

A rotunda de nível é a solução preferencial, principalmente quando associada a uma intersecção com outras rodovias, porque permite acumular os efeitos da acalmia de tráfego e da regulação do trânsito. No entanto, mesmo que não exista uma intersecção, pode ser igualmente implantada uma rotunda, uma vez que a deflexão que impõe é extremamente eficaz tanto na redução de velocidades como na diferenciação das envolventes.

É recomendável a utilização de materiais granulares na ilha central e de vegetação rasteira e de médio porte, permitindo induzir uma sensação de afunilamento visual, ao mesmo tempo que reduz a energia cinética de veículos descontrolados que a invadam.

Caso não exista espaço suficiente para a implantação de uma rotunda, deve pelo menos ser criada uma gincana, que também impõe deflexões às trajetórias. Recomenda-se que esta solução seja acompanhada por uma redução da largura da via e uma alteração do pavimento (Silva et al., 2011c).

Caso não exista espaço suficiente para a instalação de uma gincana e se verifiquem velocidades superiores ao desejado, recomenda-se a adoção de uma solução simplificada que consiste na colocação de sinalização luminosa para controlo de velocidade.

A zona urbana é caracterizada pela existência de edificações e atividades marginais de outros utilizadores desprotegidos como peões e velocipedistas, onde, para além do tráfego de atravessamento, existe o tráfego local que, frequentemente, acede a propriedades e realiza inversões de marcha, manobras de estacionamento, etc. (Silva, et al., 2011a).

Deste modo, a velocidade máxima a considerar deve ser de 50 km/h, podendo, no entanto, justificar-se o recurso a limites diferentes em casos específicos (Silva et al., 2011c). Detalhes sobre a escolha do limite de velocidade adequado devem ser consultados no manual sobre recomendações para definição e sinalização de limites de velocidade máxima (Cardoso, 2010), a qual depende fundamentalmente de três aspetos:

- Categoria da povoação (compacta ou dispersa),
- Largura do espaço canal disponível, medida pela distância entre fachadas dos edifícios fronteiros à estrada,
- Proteção conferida pela infraestrutura aos utentes vulneráveis, sob a forma de regulação por sinais luminosos do atravessamento de peões, existência de pistas para velocípedes e paragens de autocarros em gare.

As soluções globais a considerar para tratamento do trecho urbano de atravessamento devem ser concebidas de forma a contribuir para uma uniformização do ambiente rodoviário, ainda que atendendo às especificidades locais.

As características do traçado devem ser adequadas ao limite de velocidade máxima recomendado (ver capítulo 2), designadamente no que se refere à largura das vias que deve ser de 3,00 m, exceto nos casos dos arruamentos de atravessamento de povoações dispersas com limite de velocidade máxima de 70 km/h, em que a largura de via é de 3,25 m.

Os elementos fundamentais do perfil transversal tipo aplicáveis às zonas urbanas dos atravessamentos são apresentados no capítulo 2 deste fascículo.

Para atender às especificidades locais, Silva et al. (2011c) elaboraram um conjunto de recomendações para a conceção de arruamentos de atravessamento de povoações estruturadas de acordo com três parâmetros: os níveis de procura de tráfego, o espaço canal disponível e a extensão do trecho de atravessamento.

Com este último parâmetro pretende atender-se à demora imposta ao condutor no atravessamento da localidade, fruto do limite de velocidade e de perturbações no fluxo de tráfego. O segundo parâmetro reflete a disponibilidade de espaço físico para edificação de soluções – por exemplo de rodovias com velocípedes ou para segregação do tráfego local.

Relativamente ao tráfego aqueles autores consideraram três níveis:

- tráfego elevado, correspondendo a TMDA entre 12000 e 20000 veículos;
- tráfego moderado, com TMDA entre 5000 e 12000 veículos;
- tráfego baixo, para TMDA inferior a 5000 veículos.

No primeiro caso é preconizada por Silva et al. (2011c) uma abordagem que valoriza mais a fluidez e a capacidade, comparativamente à vivência urbana; no segundo é preconizada uma abordagem com preocupações idênticas ao nível da vivência urbana e da fluidez do tráfego motorizado; e no terceiro é recomendada a valorização das condições de vivência urbana e de qualidade de vida local.

Detalhes sobre as soluções específicas propostas para cada um dos níveis de tráfego podem ser consultados em Silva et al. (2011c). A aplicação

das mesmas, deve, no entanto, ser condicionada por critérios de segurança rodoviária, para se adequar aos princípios do Sistema Seguro referidos no Fascículo I.

Para garantir que a velocidade do tráfego estará de acordo com o limite máximo pretendido, devem ser adotadas medidas de acalmia de tráfego, que consistem genericamente em combinações de dispositivos (ver Fascículo IV), cujo grau de restrição imposta à liberdade dos condutores depende dos objetivos.

Na generalidade dos casos, o tratamento dos atravessamentos de localidades envolve medidas para o controlo da velocidade de circulação, que se caracterizam por marcação vincada das fronteiras da povoação, mediante construção de portões, e por alterações nos alinhamentos horizontais e nos alinhamentos verticais, complementadas por intervenções tendentes a diminuir a sensação de desafogo lateral, como estreitamento de vias e construção de passeios sobrelevados.

As alterações dos alinhamentos horizontais incluem medidas que impõem aos condutores a inscrição em trajetórias curvilíneas em planta, a sensação de constrangimento lateral e, mesmo, a obrigatoriedade de partilha da prioridade com o sentido contrário, normalmente conjugando soluções de chicanas e estrangulamentos. As alterações aos alinhamentos verticais englobam as medidas que alteram a cota do pavimento, que ao criarem um grande desconforto ao condutor, o induzem à prática de velocidades baixas. Nos dispositivos indutores de velocidades de circulação baixas, incluem-se ainda medidas complementares, normalmente aplicadas de forma integrada com as medidas anteriormente referidas, contribuindo para a funcionalidade global do espaço e respetiva qualidade paisagística.

Quadro 3.3
 Domínio de aplicabilidade de diversas medidas de acalmia de tráfego (Silva e Santos, 2011)

Dispositivo de controlo de velocidade	Domínio de aplicação		
	Velocidade máxima	Volume de tráfego	Tipo de via
Alterações no alinhamento horizontal			
Gincana	Até 50 km/h; Chicanas com redução do número de vias: até 40 km/h	Chicanas mais suaves: TMDA até 20000 veículos Chicanas com redução do número de vias: TMDA até 3000 veículos	Vias locais
Estrangulamento	Até 50 km/h; Estrangulamentos com redução do número de vias: até 40 km/h	TMDA até 20000 veículos Estrangulamentos com redução do número de vias: TMDA até 3000 veículos	Todos os tipos de vias Desaconselhado em rua com rodovias com velocípedes
Estreitamento junto à entrada de interseção	Até 50 km/h; Estrangulamentos com redução do número de vias: até 40 km/h	TMDA até 20000 veículos Reajuste das interseções em T: TMDA até 5000 veículos	Qualquer tipo de rua Desaconselhado em rua com rodovias com velocípedes
Rotunda (com uma via no anel de circulação)	Até 70 km/h para rotundas normais e 25 a 30km/h para mini-rotundas	TMDA até 20000 veículos para rotundas normais e até 5000 veículos para mini-rotundas	Zonas urbanas e inter-urbanas Mini-rotundas apenas em ruas de acesso local
Alterações no alinhamento vertical			
M20 – Bandas cromáticas			Afastar de locais a proteger do ruído
Lomba	Até 40 km/h	TMDA até 5000 veículos	Em vias de acesso local em zonas residenciais e comerciais. Não recomendadas para trajetos com intenso tráfego de pesados e veículos de emergência.
Plataforma elevada	Até 50 km/h	TMDA até 10000 veículos	Zonas residenciais, comerciais e centrais
Intersecção sobrelevada	Até 50 km/h	TMDA até 10000 veículos	Zonas residenciais, comerciais e centrais
Via de nível com passeios	Velocidade de caminhada	TMDA até 1000 veículos (residencial) ou 3000 veículos (comercial)	Zonas de coexistência
Outros dispositivos			
Sinalização luminosa	Vários	Vários	Vários
Portão de entrada	Vários	Vários	Vários
Ruas fechadas ao trânsito	-	Fechos totais: TMDA até 3000 veículos Fechos parciais: TMDA até 5000 veículos	Ruas transversais ao atravessamento, em zonas residenciais, comerciais e centrais
Barreira em interseção	Até 30km/h	TMDA até 5000 veículos	Barreiras diagonais: ruas locais; Barreiras centrais e ilhéus deflectores: intersecções de ruas locais com ruas de hierarquia superior

A definição do espaçamento entre medidas de acalmia depende das características do local, das características de cada dispositivo aplicado (isoladamente e em conjunto) e da velocidade que se pretende praticada. Segundo Silva e Santos (2011) este aspeto foi analisado por alguns autores, que sugerem:

- Espaçamentos não superiores a 50 m de forma a garantir a manutenção da velocidade (CROW, 1998).
- Um espaçamento que não permita aos veículos circular mais de 8 km/h acima do limite de velocidade máxima (MATD, 2001);
- Espaçamentos compreendidos entre os 80 e os 100 m destinadas a obter velocidades de 20 a 25 km/h no ponto de aplicação da medida e 40 km/h entre medidas (Zaidel, et al., 1992).

Uma outra forma de analisar o problema consiste na aplicação da expressão abaixo indicada, onde se considera que o condutor aplica uma aceleração de 1 ms⁻² após atravessar o dispositivo e imprime uma desaceleração de -1 ms⁻² na aproximação ao dispositivo seguinte:

$$d = \frac{(V_l^2 - V_{daa}^2 - V_{dap}^2)}{2 \times 3,6^2} \quad (3-1)$$

Em que:

d – Distância entre dispositivos (m),

V_l² – Limite de velocidade máxima no trecho de estrada (km/h),

V_{daa}² – Velocidade à passagem no dispositivo de acalmia de tráfego anterior (km/h),

V_{dap}² – Velocidade à passagem no dispositivo de acalmia de tráfego posterior (km/h).

No caso especial de aglomerados urbanos de pequena dimensão pode ser justificada a adoção de soluções mais restritivas, para aumentar o efeito perturbador do atravessamento da povoação, induzindo a prática de velocidades mais baixas. Em Silva et al., (2011c) são apresentadas

recomendações para estas situações especiais, juntamente com os casos em que o centro urbano não existe (edificações dispersas) ou quando a zona urbana se desenvolve sem interação significativa com a estrada. As soluções carecem de adaptação aos princípios do Sistema Seguro.

Intersecções

A ligação da restante malha urbana à estrada principal do atravessamento carece também de preocupações ao nível da conceção, para que seja praticada uma transição gradual da velocidade entre os dois contextos distintos. Os locais de acesso a uma zona de coexistência não devem ser realizados na estrada principal de atravessamento; quando, excecionalmente, não haja alternativa, devem ser identificados com sinalização devidamente regulamentada e ser dotados das caraterísticas descritas no capítulo 5 do Fascículo III, designadamente através da alteração do desenho do espaço (cores, textura, contraste, etc.) de forma a serem facilmente identificados como tal pelos utilizadores (IMTT, I.P., 2011d).

Os detalhes da tipologia de intersecções recomendada por Silva et al., 2011c para as medidas de acalmia de tráfego também é função dos níveis de volume de tráfego, devendo ser compatibilizados com os princípios do Sistema Seguro.

Exemplos dessa compatibilização são apresentados no manual holandês (CROW, 1998), onde as intersecções de entrada e saída de Zonas 30 e de Zonas de Coexistência são objeto de conceção cuidada, para garantir a promoção de velocidades adequada. São recomendadas diversas configurações adaptadas a transições deste tipo, conforme se apresenta nas figuras 3.6 a 3.9. Estas configurações são detalhadas no Fascículo IV sob a forma de fichas (Figuras 4.8 a 4.11).

Figura 3.6
Solução para limites de Zonas 30 com construção destacada da saída (CROW, 1998)

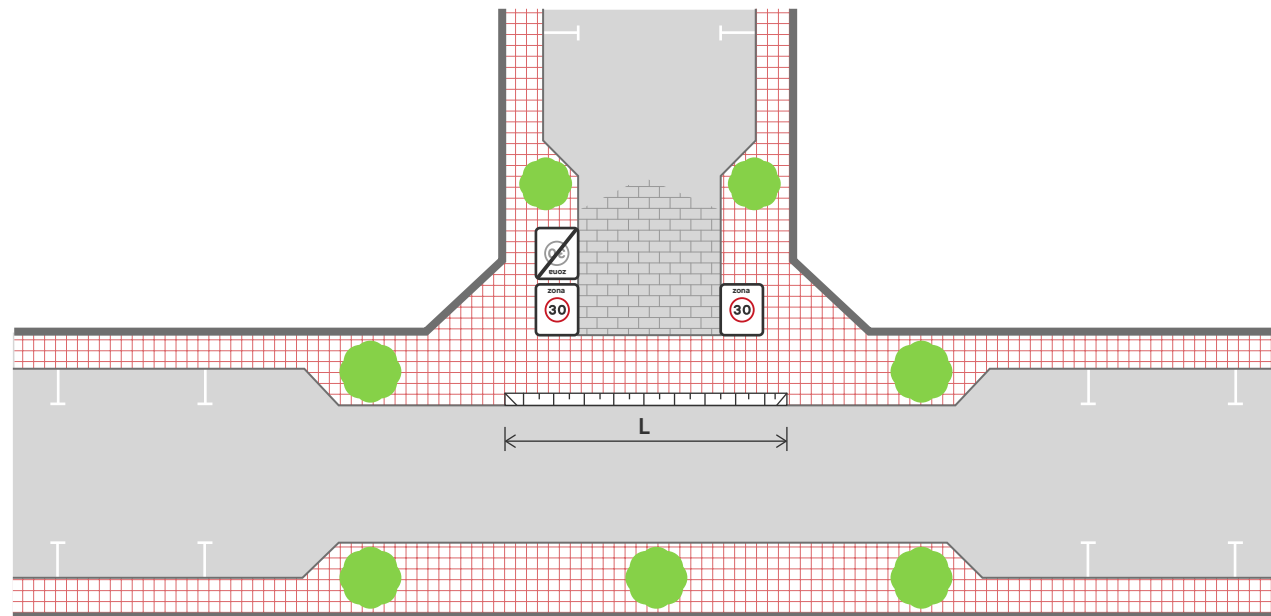


Figura 3.7
Solução simples para limites de Zonas 30 (CROW, 1998)

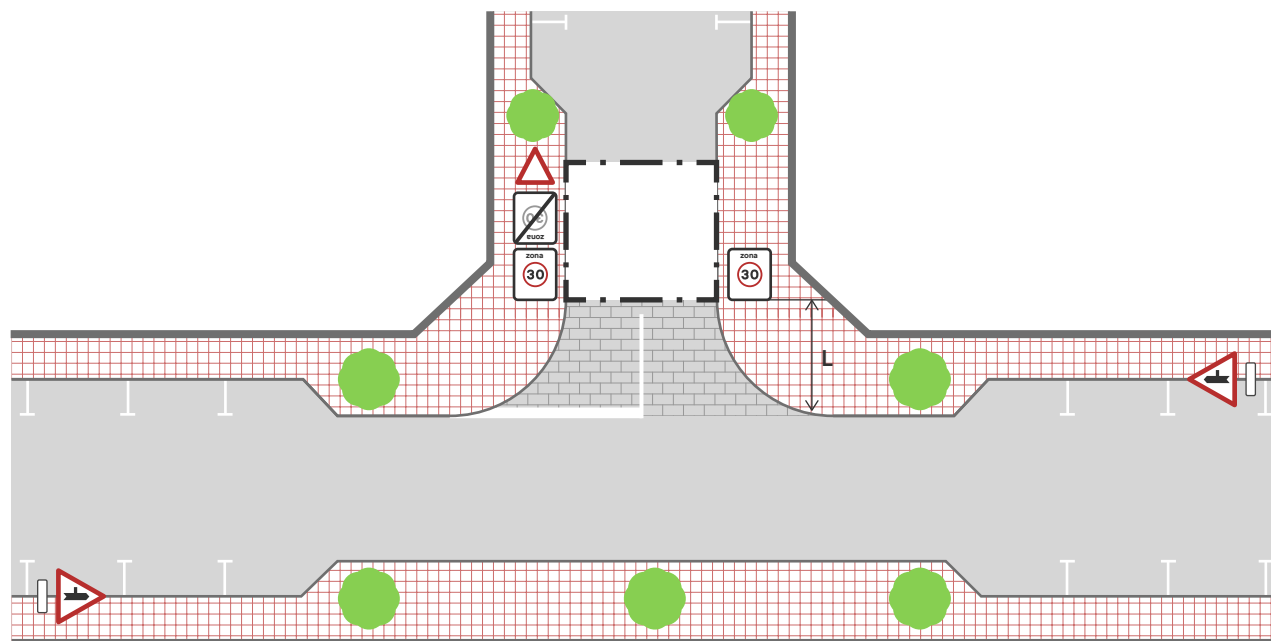
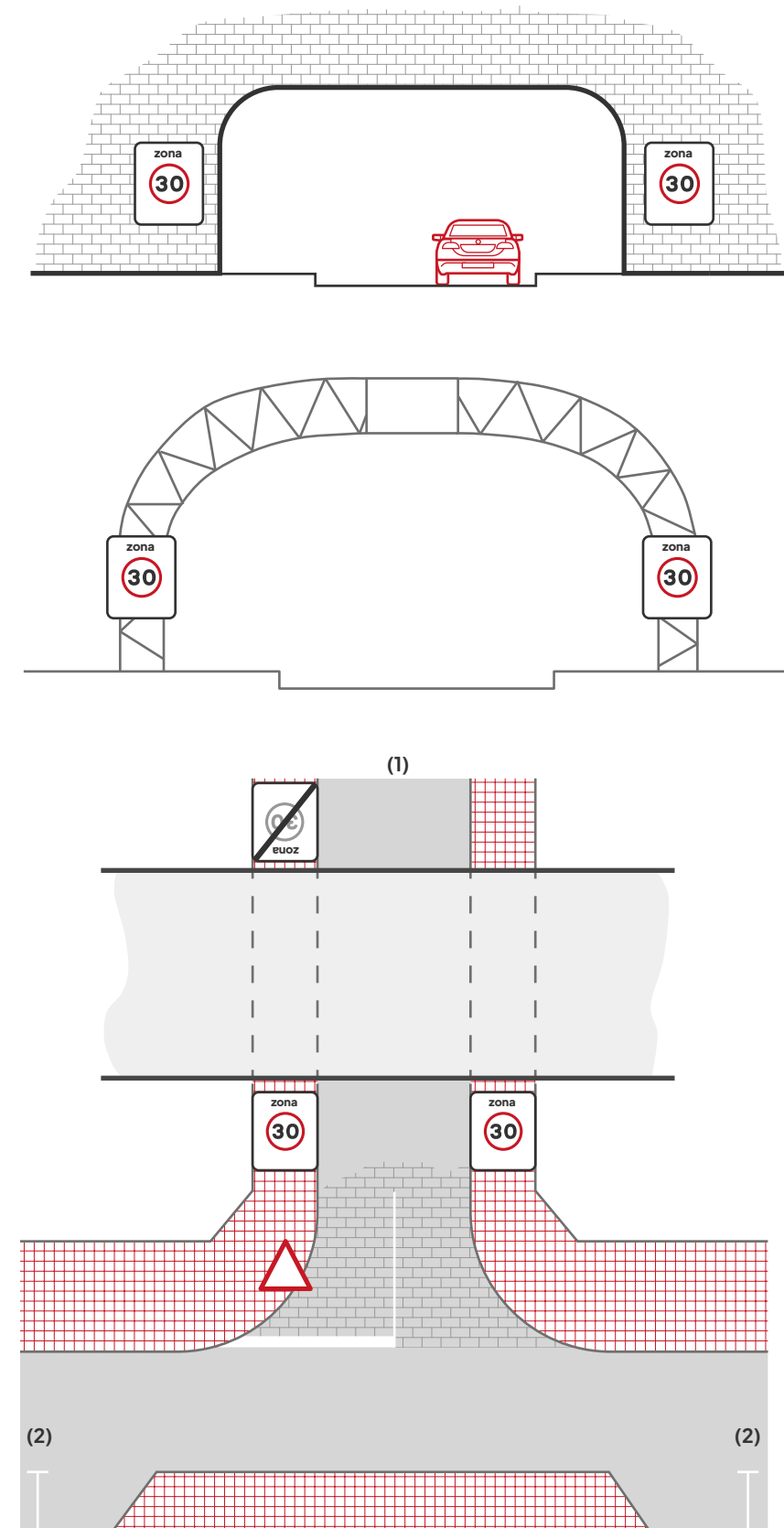


Figura 3.8
Solução para limites de Zonas 30 com emboquilhamento de túneis ou edificações (CROW, 1998)



Passagens para peões e velocípedes

As passagens para peões e para velocípedes são zonas de elevado risco para estes utentes vulneráveis, dados os conflitos que aí podem ocorrer, que são tanto mais numerosos quanto mais elevado for o TMDA de veículos motorizados que circula na rodovia a atravessar. Numa rede pedonal ou para velocípedes bem concebida, as passagens para peões e as passagens para velocípedes constituem as zonas de maior perigo de ferimentos destes utentes por colisão com veículos motorizados.

A mitigação do risco deve ser primordialmente conseguida através de intervenções para moderação das velocidades, que deverão ser mais restritivas se houver volumes de tráfego de veículos pesados significativos ou distribuições de velocidades menos favoráveis, traçados retilíneos, bem como na proximidade de escolas, hospitais, lares de idosos, etc.

O recurso a sinais luminosos pode constituir uma solução bastante eficaz na proteção dos utentes vulneráveis, sendo necessária caso o limite de velocidade na estrada a atravessar seja superior a 50 km/h. É recomendável que os sinais luminosos a instalar sejam atuados com botoneira, de forma a minimizar a interferência na fluidez do tráfego. As particularidades da implementação deste tipo de controlo do tráfego nas zonas urbanas de atravessamentos urbanos são também apresentadas em Silva et al., 2011c.

Nos Capítulos 2 e 3 do Fascículo III são apresentadas soluções para, respetivamente, passagens para peões e passagens para velocípedes.

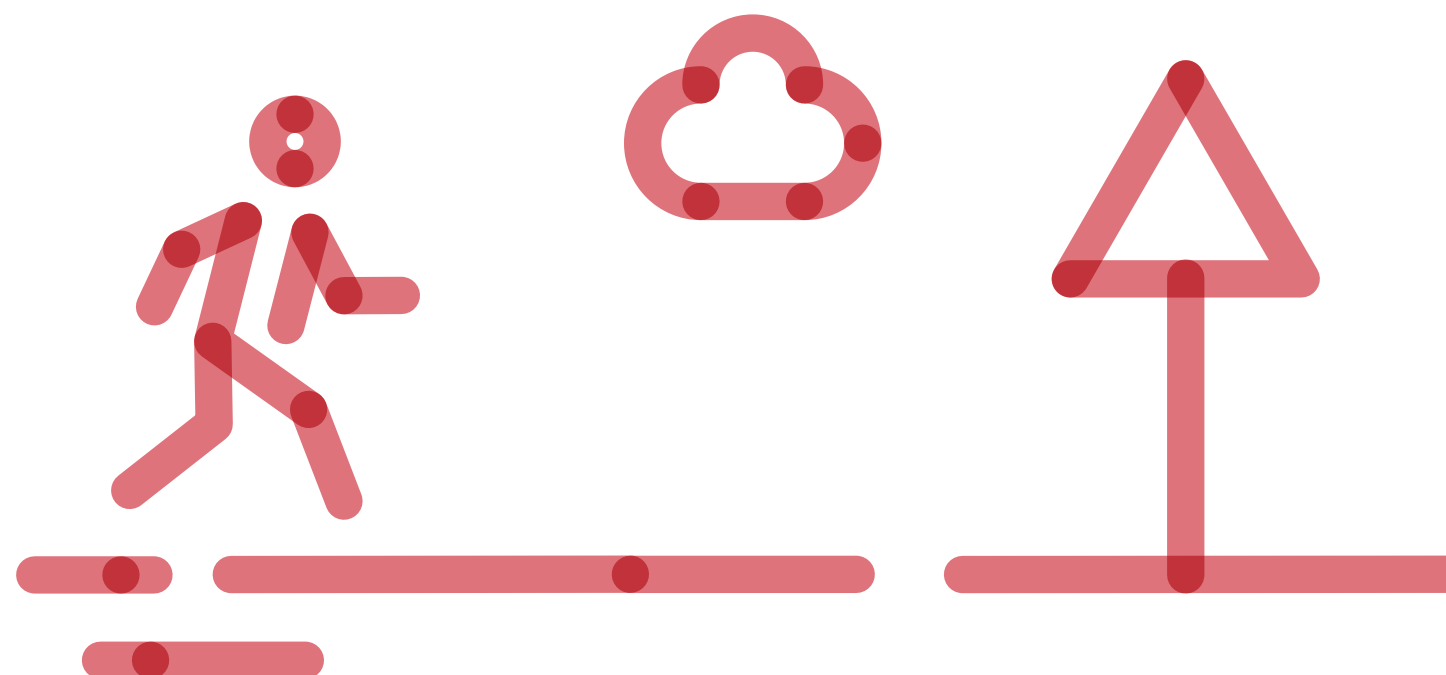
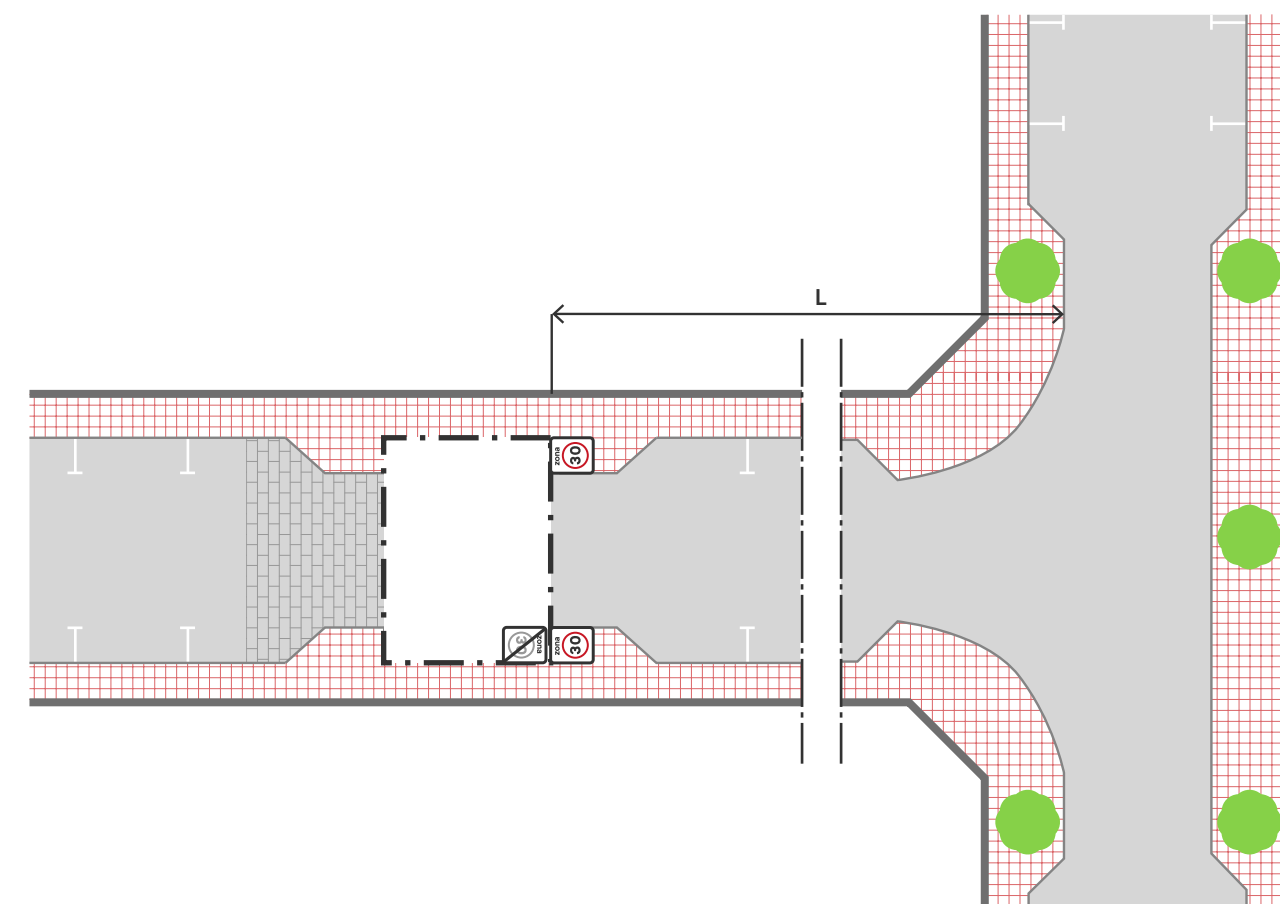
Estacionamento ao longo da rodovia

Relativamente ao estacionamento, recomenda-se a disponibilização de lugares de estacionamento ao longo da rodovia, paralelamente à faixa de rodagem, formalmente definidos e devidamente interrompidos na aproximação das intersecções e de passagens para peões e velocípedes. As paragens dos transportes coletivos também devem ser previstas ao longo da rodovia e devidamente interligadas com a rede pedonal. Os aspetos dimensionais da implementação do estacionamento e das paragens de autocarros na zona urbana são apresentadas nos capítulos 6 e 5, respetivamente.

As dimensões transversais do canal de circulação disponível (distância entre as fachadas dos edifícios fronteiros) e a compatibilização entre cotas dos arruamentos, dos passeios e de outras zonas da envolvente urbana impõem restrições diretas ao perfil transversal tipo e, portanto, às soluções globais suscetíveis de serem escolhidas. Silva et al., 2011c preconizam um conjunto de recomendações para os trechos sujeitos a este tipo de constrangimentos transversais do espaço canal, que devem ser compatibilizados com os princípios do Sistema Seguro.

Figura 3.9

Solução para limites de Zonas 30 em secção corrente (CROW, 1998)





Zonas 30

4.1 Conceito

Uma Zona 30 corresponde a um conjunto de trechos de rodovia dispostos em rede numa área contínua e configurados para assegurar o movimento e circulação de todos os utentes, e onde o limite de velocidade dos veículos é de 30 km/h e está assinalado apenas na fronteira da área, mediante os sinais G4a-Zona 30 km/h (na entrada) e G10-Fim de Zona 30 km/h (na saída) colocados nos respectivos portões.

Com a limitação da velocidade dos veículos a 30 km/h pretende-se induzir a prática de uma circulação segura e pouco ruidosa e poluente (IMTT, I.P., 2011d). Nesse espaço público procura-se estabelecer um equilíbrio entre as práticas da vida local e a função de circulação através da limitação da velocidade máxima permitida aos veículos a um valor compatível com a resistência biomecânica dos peões e ocupantes de velocípedes (ver Fascículo I). Promove-se a caminhada, facilitando as passagens pedonais em qualquer ponto da Zona 30 e o uso de velocípedes, permitindo a sua circulação partilhada com veículos motorizados (Certu-Le zone 30, 2008).

O conceito de Zona 30 está em consonância com os desígnios da “acalmia de tráfego”, a qual se rege pelo objetivo de redução dos impactes negativos do tráfego motorizado e a melhoria das condições de circulação dos modos suaves bem como do ambiente urbano, estabelecendo uma efetiva redução dos volumes de tráfego e da sua velocidade em espaços urbanos qualificados para o efeito (Silva e Custódio, 2013).

Ao restringir a prática de velocidades excessivas contribui-se também para a redução da ocorrência de acidentes e das suas consequências e simultaneamente para o aumento da qualidade de vida nessas zonas. Este conceito, inicialmente desenvolvido nos Países Baixos (ver também Fascículo III), começou por ser estabelecido em áreas residenciais, para proteção de crianças. No Reino Unido, onde também foi implementado, foram obtidas reduções de 2/3 na frequência de envolvimento de crianças em acidentes (DETR, 1999). Posteriormente, foi alargado a outro tipo de áreas, designadamente comerciais e no núcleo urbano de cidades. São locais onde se pretende salvaguardar a segurança dos utentes vulneráveis, particularmente as crianças e os idosos.

4.2 Bases e princípios para implementação

O dimensionamento de uma Zona 30 deve orientar-se pelo princípio de segregação do espaço destinado à circulação dos veículos (motorizados e não motorizados) do destinado à caminhada dos peões. No primeiro caso, os peões devem ceder a prioridade aos veículos, excepto onde sinalizado de outra forma (ANSR, 2019).

A envolvente rodoviária de uma Zona 30 garante o acesso seguro dos veículos motorizados ao interior de áreas sensíveis das zonas urbanas. As velocidades baixas que se pretende sejam praticadas nesses locais são conseguidas, por um lado, através da construção de medidas de engenharia que limitam fisicamente a possibilidade de aceleração dos veículos e, por outro, através do efeito da pressão social dos utentes e habitantes desses locais. Salienta-se que a aplicação de medidas de acalmia de tráfego é essencial, uma vez que recorrer apenas a sinalização e outras medidas psicológicas não é eficaz quando se pretende diminuir as velocidades (Cardoso, 2010), conforme demonstrado pela experiência inglesa (Atkins, 2018). São apresentadas no Fascículo IV diversas soluções específicas com aplicação em Zonas 30.

Para implementar uma Zona 30 é necessário previamente começar por definir a hierarquia viária (conforme descrito no capítulo 2 do Fascículo I), pois todas as rodovias que não constituem eixos estruturantes para a circulação motorizada na cidade podem vir a ser integradas em Zonas 30. As vias em Zona 30 só têm razão de ser por estarem numa área tratada como tal (em alternativa a um tratamento de corredor). A sua implementação, preferencialmente em área, será vantajosa em locais de actividade intensa como, por exemplo, em áreas urbanas residenciais ou multifuncionais, na envolvente de equipamentos escolares e em setores em que o tráfego de atravessamento não seja adequado.

Note-se que a redução da velocidade, mediante a criação de descontinuidades no traçado, obtida com a integração de uma rua numa Zona 30 tem como consequência um aumento do tempo de percurso, o que tende a dissuadir a utilização destas zonas por parte do tráfego de atravessamento (ANSR, 2019).

Após a definição da hierarquia viária, há que proceder à delimitação dos locais potenciais para a implementação (IMTT, I.P., 2011d). Assim, será necessário diferenciar a zona em causa da área circundante, o que poderá ser feito promovendo um esquema de circulação que impeça o tráfego de atravessamento no interior da Zona 30 e assinalando as entradas e saídas, vincando-as mediante portões de acesso, que levem os condutores a mudarem o seu comportamento quando entram nessa área.

No interior da Zona 30 o desenho urbano deve ser orientado para maximizar o espaço para os peões e minimizar o espaço para a circulação de veículos, ao mesmo tempo que devem ser previstas medidas de acalmia de tráfego que induzam ao cumprimento do limite de velocidade estipulado de 30 km/h (Silva e Custódio, 2013).

A avaliação da elegibilidade de uma área para Zona 30 deve atender aos seguintes aspetos (Silva e Seco, 2016):

- 1) O uso do solo servido e afetado;
- 2) As funções asseguradas ou a assegurar pelas ruas, face à sua categoria na hierarquia viária;
- 3) A dimensão da área a intervencionar;
- 4) Os volumes de tráfego admissíveis em cada rua.

No que se refere aos usos do solo afetados, é recomendável que as Zonas 30 sejam implementadas preferencialmente em locais de uso residencial, podendo também ser aplicadas em locais de uso misto (residencial, comercial e equipamentos) e em zonas centrais, comerciais ou de serviços. Assim este tipo de intervenção também pode ser visto como uma oportunidade para requalificar o espaço urbano, através de um adequado desenho urbano. Este tipo de tratamento também pode ser aplicado em zonas urbanas onde a densidade de construção é mais baixa, característica de povoações de menor dimensão, desde que o volume de tráfego motorizado possa ser baixo a moderado.

Locais onde seja necessário assegurar a acessibilidade local com velocidades superiores a 30 km/h não são elegíveis para a implementação deste conceito. É o caso de áreas atravessadas por arruamentos de acesso a hospitais, quartéis de bombeiros e outros equipamentos similares.

Relativamente à hierarquia viária, refere-se que nas Zonas 30 a função acessibilidade prevalece em detrimento da função mobilidade. São zonas desenvolvidas à escala do “bairro” ou da “unidade de vizinhança”.

De acordo com o referido no capítulo 2 do Fascículo I os arruamentos pertencentes a Zonas 30 devem ser classificados como “*Vias urbanas de Nível IV as quais correspondem aos arruamentos em zona residencial, com funções de acessibilidade e de fruição do espaço público, com limite de velocidade máxima igual ou inferior a 30 km/h, e prevalência do peão*”.

A dimensão da área a intervencionar é outro dos aspetos relevantes na elegibilidade para a implementação de uma Zona 30. As Zonas 30 têm demonstrado a sua versatilidade e eficiência quando aplicadas a espaços com diferentes dimensões e exigências. De facto, os resultados têm sido muito positivos, quer se implemente num bairro ou num espaço mais vasto (Traffic Advisory Leaflet – DfT, 1999, referido em Silva e Seco, 2016).

O valor de referência para a extensão máxima das ruas dentro de uma Zona 30 é da ordem de um quilómetro (Traffic Advisory Leaflet – DfT, 1991, referido em Silva e Seco, 2016). Com este valor, a prática pedonal e a circulação de veículos a velocidades baixas a moderadas podem ser asseguradas. Nos arruamentos com praças de retorno, é recomendável que esse comprimento seja no máximo de 200 metros. De acordo com Silva e Seco (2016), a área global de intervenção deve estar compreendida entre 0,2 e 2 km², justificada pelos menores níveis de sinistralidade nas zonas de menor dimensão.

Finalmente, referem-se os níveis de tráfego como fator de análise. Nos locais onde se prevê o estabelecimento de Zonas 30 é importante ponderar a exclusão das ruas que apresentem perfis e volumes de tráfego que não correspondem à sua função principal (acesso), nem às necessidades dos residentes. O volume de tráfego máximo recomendado nas Zonas 30 é de 150 veículos/hora/sentido (Silva e Seco, 2016). Desta forma assegura-se que os níveis de tráfego nos arruamentos não entram em conflito com as funções asseguradas pela rua, ao mesmo tempo que promovem a reafetação de espaço à circulação pedonal e de velocípedes, bem como à socialização no espaço urbano.

São vários os fatores que influenciam o volume de tráfego gerado: a dimensão da zona, o tipo de uso do solo, o número de habitações servidas e os níveis de atratividade da zona, quer em termos de tráfego de atravessamento quer de oferta de estacionamento.

Por outro lado, não é aconselhável a implementação de Zonas 30 em zonas residenciais com volumes de tráfego na hora de ponta superiores a 100 veíc./h em zonas centrais cujos valores sejam superiores a 300 veíc./h na hora de ponta (Seco et al., 2008c).

A conceção de uma Zona 30 deve ser vista como uma solução global que tem em conta as características gerais e específicas da zona de intervenção. No entanto, é conveniente definir um conjunto de princípios orientadores do planeamento e implementação de uma Zona 30 (IMTT, I.P., 2011d):

- Simplicidade, para que seja facilmente compreendido pelos destinatários;
- Adequação com a estrutura urbana;
- Coerência entre todas as medidas e regras a implementar;
- Evitar excessos de condicionamentos;
- Evitar exceções à regra;
- Monitorização e avaliação, a fim de verificar se os objetivos iniciais foram alcançados e se haverá necessidade de adaptações posteriores;
- Participação activa da população no início, durante a fase de planeamento e durante a implementação.

Importa ter presente que a conceção de uma Zona 30 deve ser devidamente coordenada com o espaço envolvente, dando continuidade às redes pedonal e para velocípedes, e às ligações físicas do espaço às zonas de interesse adjacentes (ANSR, 2019).

Destacam-se seguidamente as particularidades de conceção das Zonas 30 propriamente dita, bem como as zonas de fronteira (entrada e saída).

No interior

O funcionamento das Zonas 30 deve obedecer aos seguintes princípios estruturantes (IMTT, I.P., 2011d):

- Regulamentares
 - A velocidade máxima permitida é 30 km/h.
 - O espaço para uso dos peões está separado do reservado para os veículos.
- Gestão da circulação motorizada
 - As rodovias inseridas numa Zona 30 devem pertencer à mesma categoria hierárquica e desempenhar apenas funções locais, ou seja, vias urbanas com função principal de acesso, correspondente à categoria de arruamento residencial nível IV, tal como referido no capítulo 2 do Fascículo I. Assim, nestes locais, deve ser reduzida ou mesmo inibida a presença de tráfego não tendo como origem ou destino a Zona 30.
 - Nas interseções aplica-se o princípio de prioridade à direita, o que permite condicionar a velocidade nesses pontos singulares, pelo que não deverão ser colocados sinais verticais ou luminosos. É desejável que as intersecções sejam giratórias (rotundas ou minirotundas).
 - As medidas físicas de acalmia de tráfego devem ser adequadas a cada eixo viário, permitindo a limitação da velocidade desejada a 30 km/h.

- Circulação dos modos suaves

- Os espaços partilhados exigem velocidades mais baixas (a passo, mesmo para velocípedes) e configuração imediatamente reconhecível, para serem compatíveis com os princípios do Sistema Seguro. Exigem por isso outra modelação física, para serem reconhecidos imediatamente pelos condutores.

- As baixas velocidades praticadas pelos veículos motorizados permitem a partilha do espaço de circulação com os velocípedes que circulem no mesmo sentido (vias de tráfego). Em arruamentos de sentido único, a permissão de circulação de velocípedes em sentido contrário obriga à marcação de uma via de tráfego para velocípedes (ver Capítulo 3 do Fascículo III).

- Transporte público

- De um modo geral nas Zonas 30 não devem circular transportes coletivos. No entanto, nas zonas de maior dimensão pode admitir-se o acesso de autocarros. Nesse caso, os autocarros podem circular em algumas vias, sujeitos ao mesmo limite de velocidade de 30 km/h. O desenho urbano deve assegurar o nível de conforto necessário aos utentes dos autocarros, podendo ser previstos atalhos na circulação destes e dos velocípedes que permitam não penalizar tanto os respectivos tempos de trajeto.

- Estacionamento

- Seja qual for a configuração, deve ser desincentivada a invasão dos espaços destinados a peões e velocípedes por parte dos veículos estacionados (Silva e Seco, 2016). Sempre que possível, o estacionamento para residentes deverá ser remetido para os logradouros privados e os lugares de estacionamento oferecidos na via pública deverão ser em número limitado.
- A localização dos lugares de estacionamento ao longo de um arruamento pode ser fator de acalmia de tráfego, uma vez que contribui para a sensação de confinamento lateral e permite apresentar de forma natural alterações de trajetória em planta, como

chicanas. Deve, no entanto, ser garantida a largura mínima da via de circulação.

- Na proximidade de escolas e outros equipamentos públicos ou serviços em que se verifica um aumento de fluxo de pessoas em determinados horários, devem estar previstos estacionamentos de elevada rotação e percursos alternativos para transporte individual.
- Cargas e Descargas
 - Devem existir espaços e horários definidos para a realização de operações de cargas e descargas.
- Desenho urbano
 - Tanto as zonas de circulação dos peões como a dos veículos não motorizados devem ser dotadas de uma largura útil mínima adequada, de modo a satisfazer as necessidades de todos, em especial dos utentes com mobilidade condicionada.
 - Nas Zonas 30 dever-se-ão adotar faixas de rodagem entre 5,0 m e 6,0 m (com mínimo absoluto de 4,5 m), no caso de dois sentidos de trânsito e entre 3,0 m e 3,25 m no caso de sentido único (mínimo de 3,0 m) e em relação aos caminhos/ espaços pedonais deve ser salvaguardada uma faixa contínua mínima livre de 1,5 m de largura (mínimo desejável de 1,8 m) (Silva e Seco, 2016).
 - As larguras da faixa de rodagem para circulação de veículos motorizados devem ser tão pequenas quanto possível, mas com as dimensões adequadas à circulação do volume de tráfego e tipologia de veículos prevista.
 - No caso de novas urbanizações ou de grandes ações de reabilitação do espaço, o desenho urbano deve condicionar os condutores de veículos motorizados a circularem a velocidades não superiores a 30 km/h, de forma a salvaguardar a segurança dos peões e dos velocipedistas.
 - Nas Zonas 30 devem ser utilizados pavimentos diferenciados, recorrendo a diferentes cores ou materiais e vários elementos de mobiliário urbano, de forma a diferenciar os vários espaços e a evidenciar os elementos de acalmia tráfego.

- Controles e sanções

Após a implementação da Zona 30 será necessário efetuar um controlo a fim de aferir a eficácia desta medida, verificando se a velocidade limite é respeitada, se a ocupação dos lugares de estacionamento é adequada e se as regras nas interseções são observadas.

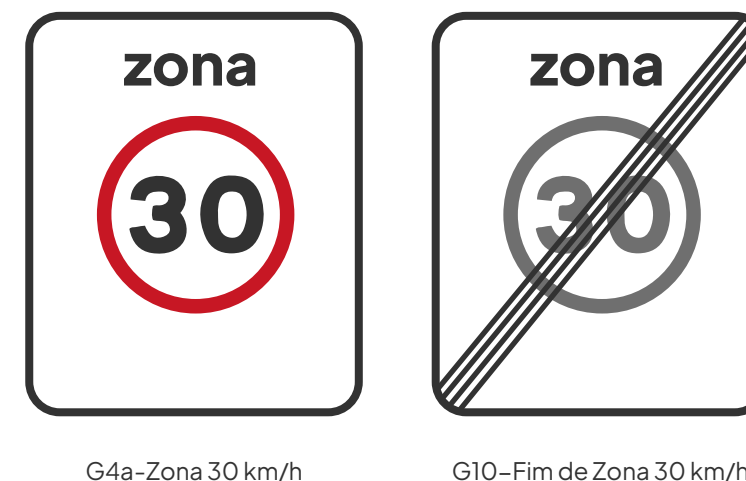
Zonas de fronteira

A entrada numa Zona 30 deverá ser preferencialmente, associada a um cruzamento (ou idealmente a um entroncamento numa rua principal), de modo a garantir que os movimentos de entrada sejam realizados a baixa velocidade. Complementarmente, este tipo de configuração encaminha naturalmente os condutores que não tenham como destino a área da Zona 30 para o trajeto alternativo preferencial assegurado pela rede envolvente (ANSR, 2019).

As Zonas 30 devem ser assinaladas à entrada e à saída, para que os condutores as reconheçam e adequem o seu comportamento quando entram nessas zonas, praticando velocidades reduzidas. Assim, as entradas e saídas devem ser sinalizadas com os sinais regulamentares (sinais G4a-Zona 30 km/h, na entrada, e G10-Fim de Zona 30 km/h, na saída – ver Figura 4.1), os quais devem ser complementados com a disposição de elementos diferenciadores destas secções.

Para tal devem ser construídos elementos de referência, designados de portões, mediante aplicação de texturas ou cores diferentes na superfície do pavimento, marcas rodoviárias para evidenciar a existência de dispositivos de redução de velocidade, para além de princípios de desenho urbano que transmitam de forma clara a informação de entrada ou saída de uma zona diferenciada (IMTT, I.P., 2011d).

Figura 4.1
Sinais de início e fim de Zona 30 (G4a e G10, respetivamente)



4.3 Medidas de Acalmia de Tráfego passíveis de aplicação

Tal como tem vindo a ser referido o limite de velocidade para os veículos motorizados no interior de uma Zona 30 é 30 Km/h.

Neste sentido, com vista a condicionar a velocidade dos veículos motorizados e a promover a segurança nesses espaços, há que combinar a gestão do tráfego com o desenho urbano e o traçado dos arruamentos, estabelecendo um ordenamento interior e as configurações geométricas individuais compatíveis e coerentes com a velocidade máxima pretendida.

No interior da Zona 30 as intervenções devem evidenciar o carácter urbano local, promovendo a escolha de velocidades moderadas e o respeito mútuo entre todos os utentes desse espaço sejam constantes.

Numa Zona 30 devem ser aplicadas medidas físicas de acalmia de tráfego e, como já referido, o ordenamento deve ser assente no princípio geral da segregação modal dos espaços. Apesar de dispor de um canal próprio de circulação e de dever ceder a prioridade aos veículos motorizados circulantes na faixa de rodagem, o peão deverá poder efetuar travessamentos em qualquer ponto da rede, em segurança.

A configuração dos arruamentos deve permitir que os utilizadores mais vulneráveis circulem em segurança, pelo que, a fim de controlar o volume de tráfego, em cada arruamento não deverá existir um número superior a 200 habitações e os arruamentos deverão ter uma extensão máxima de 200 metros, sempre que terminem em praças de retorno.

Para controlar os volumes de tráfego e dissuadir o tráfego de travessamento devem ser aplicadas medidas físicas restritivas tais como (ANSR, 2019):

- fecho total ou parcial de ruas ou de movimentos em cruzamentos,
- imposição de sentidos únicos,
- estreitamento da faixa de rodagem na entrada ou ao longo da rua

Nos casos de requalificação do espaço urbano, em que o desenho urbano e os aspetos paisagísticos desempenham uma importante função no ordenamento, deverá haver a preocupação de criar ruas que sejam esteticamente atrativas e funcionais e que, ao mesmo tempo, facilitem a legibilidade da zona, identificando e delimitando os espaços afetos a cada uma das diferentes funcionalidades previstas.

Apesar de, tal como já referido, os peões terem o dever de ceder prioridade aos veículos motorizados fora das passagens para peões, devem ser aplicadas medidas que condicionem a escolha da velocidade pelos condutores, adequando-a aos valores biomecanicamente aceitáveis. Segundo York et al. (2007), referido por Silva, et al. (2019) os seguintes aspetos contribuem para aumentar a perceção de risco e induzir o condutor a optar por velocidades baixas:

- Prevenção de linhas de visada superiores à distância de visibilidade necessária;
- Quebra de continuidade aos alinhamentos retos;
- Aumento da atividade na rua.

O princípio de segregação modal aplica-se em Zonas 30, onde o veículo motorizado tem a primazia, havendo a necessidade de implementar a segregação do uso do espaço canal da infraestrutura em função do modo de transporte. Para esse efeito devem ser criados diferentes espaços, bem delimitados, para cada tipo de utilizador, vincando a pretendida segregação espacial, designadamente através de lancis e passeios sobrelevados e de pavimentos que identifiquem cada espaço.

Nos arruamentos haverá a necessidade de assegurar o acesso e o estacionamento. No entanto mantém-se a necessidade de manter a segregação espacial, pelo que deverá ser evidenciada a diferenciação entre as faixas de rodagem e os espaços destinados a estacionamento, recorrendo à aplicação de materiais de cor e textura distintos, marcação rodoviária e, eventualmente algum mobiliário urbano, entre outras soluções possíveis que conduzam ao efeito pretendido.

Relativamente à entrada em Zonas 30, caso esta seja contígua a uma via com volume de tráfego elevado e velocidades na ordem dos 50 Km/h, deverá ser recuada.

Algumas medidas poderão ser aplicadas a fim de realçar a entrada numa Zona 30 e a necessidade dos condutores assumirem uma condução mais cautelosa, tais como (ANSR, 2019):

- o estreitamento na secção de entrada, alargando os passeios na entrada, ou introduzindo um separador central a partir da entrada, solução adequada quando a entrada na Zona 30 é feita em continuidade de uma secção da estrada

- a elevação da cota da faixa de rodagem de modo a atingir a dos passeios laterais, existindo dois tipos de soluções possíveis, cuja aplicação dependerá da importância hierárquica da via principal:
 - colocação de uma rampa para vencer o desnível entre a cota da faixa principal e a cota dos passeios adjacentes na delimitação da faixa de rodagem,
 - colocação de uma rampa recuada relativamente à secção de interseção.

A primeira configuração permite que se mantenha a continuidade dos percursos pedonais que se manterão à mesma cota. É a solução mais adequada a portões em ruas locais de nível III.

A segunda configuração é aplicável a portões em vias estruturantes de nível II (como distribuidoras principais).

Como medidas complementares que permitem a identificar a entrada numa Zona 30, pode indicar-se (ANSR, 2019):

- colocação de pavimentos com cores e texturas diferenciadas, que atribuem uma identidade própria à Zona 30;
- colocação de pórticos arquitetónicos e outros elementos verticais tais como painéis com identificação de entrada em Zona 30;
- plantação de arbustos ou outro tipo de arranjo natural que destaque a entrada.

O reconhecimento da entrada numa Zona 30 deve ser possível a qualquer hora do dia, pelo portão deve ser dotado de iluminação noturna diferenciada das áreas circundantes.

No interior das Zonas 30, bem como na sua envolvente, deve ser incentivado o uso de velocípedes, para o que se devem prever locais de estacionamento e de repouso (ANSR, 2019).

Não estão previstos corredores para transportes públicos dentro de Zonas 30, uma vez que este espaço não deverá integrar carreiras deste modo de transporte.

Nestas zonas os transportes públicos colectivos devem ser acedidos através de paragens situadas, maioritariamente, na rede viária envolvente e, quando se trate de zonas de maior dimensão, apenas algumas no interior, especialmente se rodoviárias. As paragens de transportes colectivos devem estar integradas na rede pedonal.

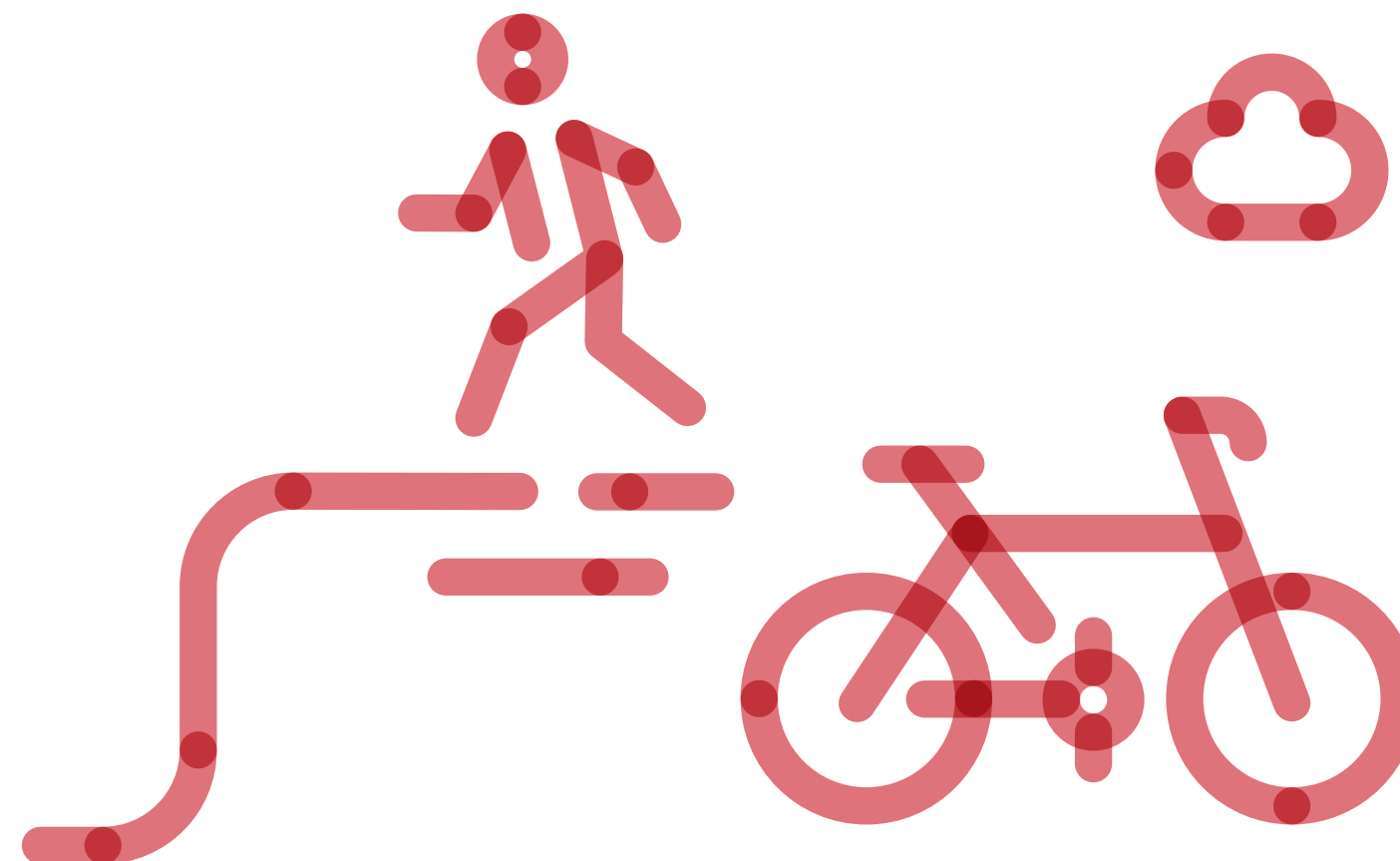
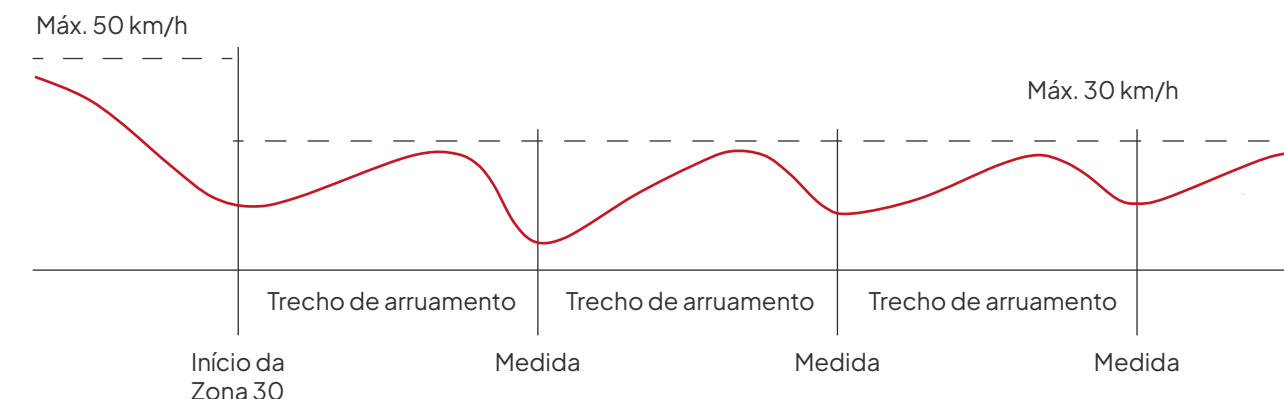
Em Zonas 30 é recomendável dispor de diretrizes com alinhamentos retos curtos de modo a controlar o comprimento das linhas de visada e, por conseguinte, restringir a escolha das velocidades a valores baixos. Para tal, podem ser introduzidas nas vias curvas e contracurvas e os alinhamentos rectos terão um comprimento máximo de 50 metros. A quebra de continuidade visual pode ser conseguida não só pela quebra dos alinhamentos retos, mas também através da colocação estratégica de elementos verticais, tais como arbustos, mobiliário urbano, entre outras soluções, que condicionam a dimensão das linhas de visada. No entanto, as distâncias mínimas de visibilidade para 30 km/h devem ser respeitadas, para permitir aos condutores identificar os perigos e parar atempadamente, quando necessário. Como referido no Quadro 4.5 do Fascículo I, o valor recomendado em trainel é de 23 m.

Existem diversos tipos de dispositivos de controlo de velocidade de circulação suscetíveis de serem empregues em arruamentos de Zonas 30. Fundamentalmente, tais dispositivos estão dispostos em conjuntos sequenciais e destinam-se a diminuir localmente a velocidade no seu atravessamento para um valor que impeça que os condutores atinjam velocidades superiores aos 30 km/h, no trecho a montante (na aproximação aos mesmos) e no trecho a jusante (uma vez ultrapassados os dispositivos). Genericamente, o efeito no perfil de velocidades de um arruamento assim tratado é o representado esquematicamente na Figura 4.2. Verifica-se, pois, que a velocidade expectável nos dispositivos e a sua interdistância devem ser criteriosamente dimensionadas no projeto dos arruamentos das Zonas 30.

O efeito sobre a escolha de velocidades pode ser obtido através de deflexões na trajetória horizontal das trajetórias percorridas pelos veículos, originando desconforto através de acelerações transversais ou sensação de constrangimento lateral. Os dispositivos que introduzem deflexões na rasante originam acelerações verticais que provocam desconforto nos ocupantes, sendo desaconselhadas em zonas de passagem de veículos de emergência ou de autocarros.

Os dispositivos de controlo local da velocidade constituem elementos coadjuvantes de uma configuração apropriada da rede, não se substituindo à mesma. Estes dispositivos devem ser bem visíveis, de dia e de noite, pelo que deverão ser acompanhados de iluminação noturna apropriada. No Fascículo IV apresentam-se as características dimensionais destes dispositivos.

Figura 4.2
Perfil de velocidades desejado numa Zona 30



05.

Elementos específicos para transporte público

De acordo com as dimensões dos veículos de transporte público apresentadas no Fascículo I, apresentam-se neste subcapítulo as características da infraestrutura adequadas a essas dimensões.

A largura total típica de vias bidirecionais reservadas ao transporte coletivo rodoviário de passageiros varia entre 6,30 m e 7,00 m e está representada na Figura 5.1 (b). Os valores mínimos indicados na Figura representam valores a utilizar em situações excepcionais, sendo que no caso de vias bidirecionais dedicadas ao transporte coletivo, a largura total mínima é de 6,00 m.

No caso de a via reservada ao transporte coletivo ser unidirecional, a largura frequente em França varia entre 3,20m a 3,50m, sendo o valor mínimo admissível de 3,0 m, conforme se ilustra na Figura 5.1 (a).

Larguras em perfil transversal para o transporte coletivo ferroviário de passageiros

O elétrico é um modo de transporte coletivo ferroviário, cujas dimensões são apresentadas no Fascículo I. A largura da plataforma é determinada a partir do “Gabarito de obstáculo limite”, que tem em consideração o “Gabarito dinâmico” do material circulante (específico de cada construtor) e uma margem de segurança suplementar de cerca de 0,15m (lâmina de ar determinada a partir de um veículo em movimento), conforme se ilustra na Figura 5.2.

Figura 5.1

Largura de vias unidirecionais (a) e bidirecionais (b) reservadas ao TC de passageiros (adaptado de CEREMA, 2016)

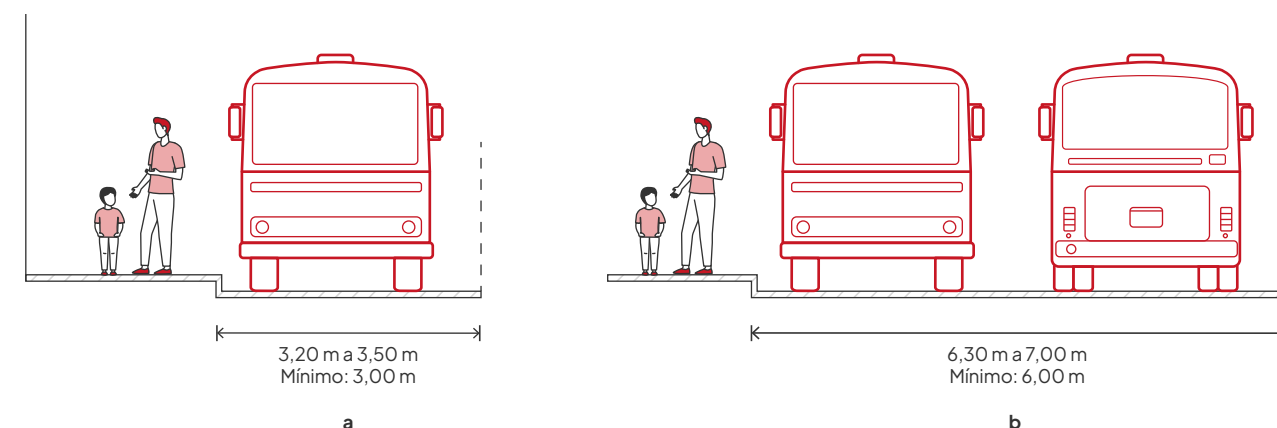
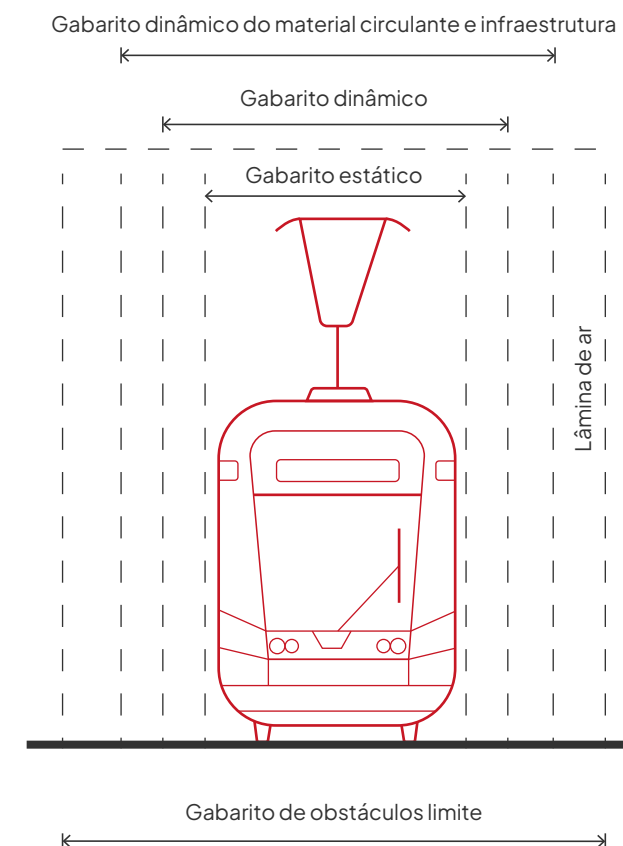


Figura 5.2

Largura do elétrico (CEREMA, 2016)



5.1 Paragem de transporte coletivo em zonas urbanas

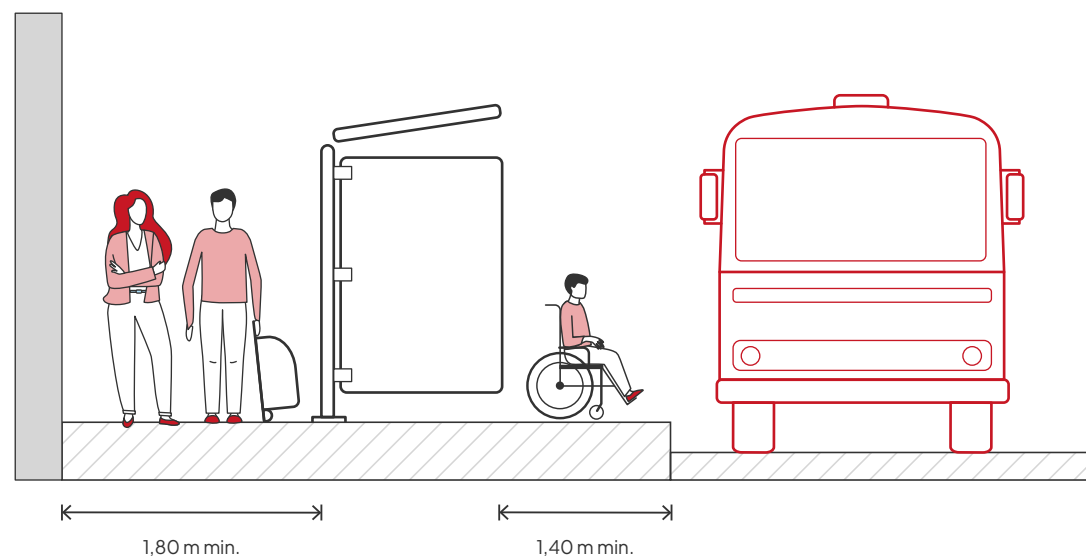
5.1.1 Acessibilidade universal

Uma paragem de transporte coletivo rodoviário constitui um importante interface entre o espaço público destinado à circulação de peões e o embarque ou desembarque de passageiros. No projeto de paragens de transporte coletivo, há que garantir a acessibilidade universal de forma a não excluir utilizadores de mobilidade condicionada, designadamente em cadeiras de rodas. Na Figura 5.3 ilustram-se as dimensões mínimas a assegurar no desenho de uma paragem de transporte coletivo em que a entrada dos passageiros não necessita de rampa de acesso. A largura mínima no passeio referente à largura livre entre a paragem e a entrada do autocarro deve ser 1,40 m (frente), sendo recomendável 1,50 m; no tardo da paragem a largura mínima deve ser de 1,80 m para permitir a circulação de peões.

A configuração da paragem desempenha um papel importante para garantir a sua acessibilidade e segurança. Os autocarros devem ter um encaixe (distância entre a zona exterior do veículo e a plataforma) o mais próximo do cais, de forma a facilitar a entrada e saída de passageiros. O espaço horizontal entre o veículo e a plataforma deve ser inferior a 5 cm conforme representado na Figura 5.4. Assim, o projeto dos cais de embarque/desembarque de passageiros tem de considerar as dimensões dos veículos esperados.

Na Figura 5.4 ilustra-se o exemplo de uma paragem de autocarro acessível a utilizadores em cadeira de rodas, em que o cais tem uma bordadura para facilitar a entrada e saída de passageiros com mobilidade condicionada, quer diretamente, quer através da projeção uma rampa, auto-transportada pelo autocarro.

Figura 5.3
Configuração de paragem de autocarro acessível.



5.1.2 Tipologias das paragens

A tipologia das paragens pode ser classificada de várias formas, designadamente:

1. Em função do número de carreiras servidas (CEREMA; 2016):

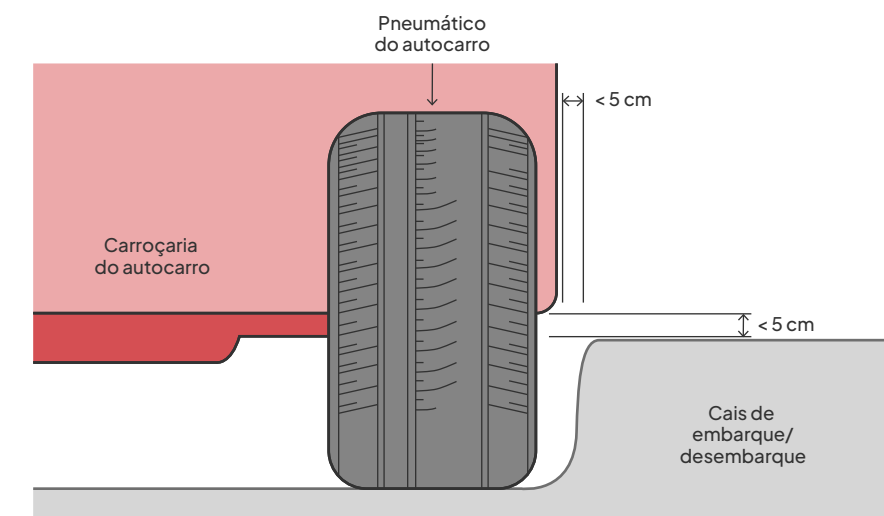
- Paragem simples: paragem reservada aos veículos de uma única linha/carreira, sendo que os equipamentos são função do tipo de veículos e da procura.
- Paragem múltipla: paragem comum a várias linhas/carreiras.

2. Em função do seu posicionamento numa determinada carreira ou linha:

- Terminal: paragem situada no final de uma linha/carreira, mas que pode funcionar como uma paragem simples para uma determinada linha/carreira. O dimensionamento deste tipo de paragem necessita de ter em consideração, designadamente as manobras de mudança de direção (retorno) dos veículos, estacionamento do veículo e equipamento para o pessoal e utilizadores.
- Interfaces: paragens situadas numa linha ou carreira que estabelecem correspondências multimodais entre vários modos de transporte coletivos ou individuais.

As paragens podem também ser classificadas de acordo a configuração do cais de embarque/desembarque de passageiros (ver subcapítulo 5.1.3)

Figura 5.4
Configuração do cais acessível da paragem de autocarro (CEREMA, 2018)



5.1.3 Critérios para a configuração de uma paragem

De acordo com CEREMA (2018), na escolha da configuração de uma paragem de transporte coletivo rodoviário devem considerar-se os seguintes critérios:

- Condições em termos de fluxos de tráfego e segurança;
- Largura disponível de faixa de rodagem e do espaço público;
- Existência ou não de vias reservadas (por exemplo, “Bus”);
- Posicionamento dos acessos e cruzamentos;
- Requisitos de estacionamento;
- Requisitos de operação.

Com estes critérios podem ser definidas três categorias de cais de acesso a autocarros:

Tipo A – Paragem em linha em um sentido de circulação (A-1) ou em ambos (A-2): se a paragem dos veículos de transporte coletivo é efetuada na via sem alteração do passeio adjacente. Pode ter ou não estacionamento na proximidade para veículos motorizados;

Tipo B – Paragem avançada: se o passeio adjacente à paragem em linha for alargado para conferir maior conforto ao embarque/desembarque de passageiros.

Tipo C – Paragem encaixada: se o veículo de transporte coletivo é desviado para fora da via de circulação do tráfego motorizado.

Nos pontos seguintes pormenoriza-se a configuração recomendada de cada categoria de paragens.

5.1.4 Paragem de autocarro em linha num sentido de circulação (Tipo A-1)

Conforme referido na seção 5.1.3, uma paragem de autocarro em linha é aquela cuja paragem dos veículos de transporte coletivo é efetuada na via sem alteração do passeio adjacente. A configuração de uma paragem em linha sem estacionamento adjacente está representada na Figura 5.5. A dimensão mínima da marcação no pavimento (cais de embarque/desembarque) é de 15,0 metros, para permitir a paragem de veículos de comprimento “standard” (12 m) ou de 20 m se forem veículos articulados.

Na Figura 5.5 a largura do passeio (cais) deve ser de, pelo menos, 2,5 m.

5.1.5 Paragem de autocarro em linha em ambos os sentidos de circulação (tipo A-2)

A configuração geométrica de uma paragem em linha sem estacionamento de veículos na área adjacente está representada na Figura 5.6. O comprimento da linha em ziguezague é, pelo menos, o do veículo de comprimento máximo que usa esta paragem, sendo recomendado existir no mínimo 1 metro adicional antes e depois do veículo parado.

5.1.6 Paragem de autocarro avançada com alargamento de passeio, estacionamento adjacente (Tipo B)

Na Figura 5.7 ilustra-se o caso de uma paragem do tipo avançada⁴ na proximidade de estacionamento adjacente, com uma configuração de passeio alargado para zona de embarque e desembarque de passageiros. Permite uma boa visibilidade dos passageiros que esperam o autocarro e do condutor deste. Esta configuração também permite ser dissuasora do estacionamento ilegal na área da paragem do transporte coletivo.

⁴ Na terminologia técnica em França a designação para este tipo de paragem é “En avancée”, que aqui se traduz para “avançada”.

Figura 5.5

Configuração de uma paragem em linha sem estacionamento adjacente – Tipo A-1 (SMTCTisséo, 2016)

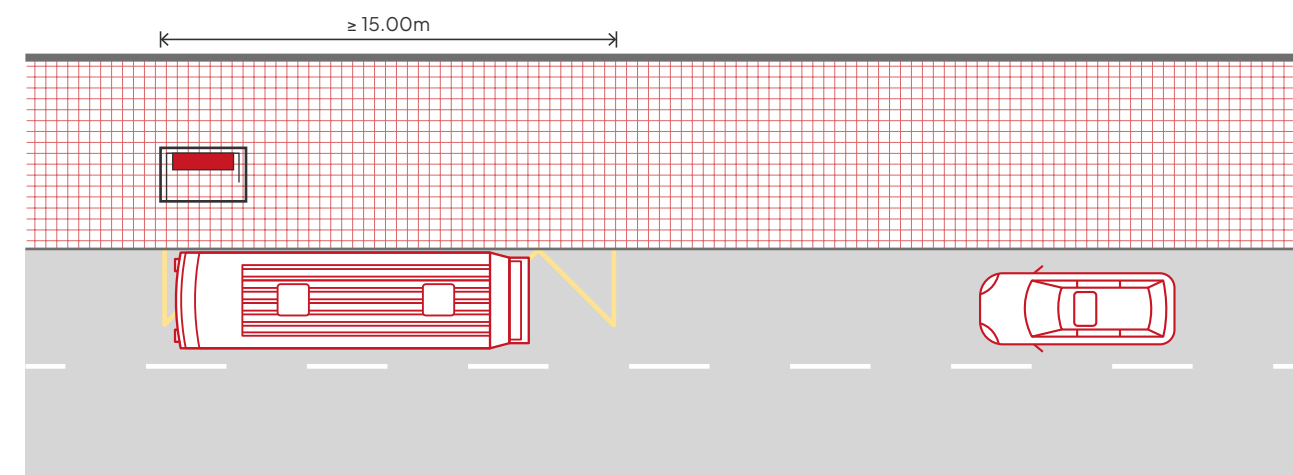


Figura 5.6

Configuração de paragens em linha em arruamento sem estacionamento de veículos na área adjacente – Tipo A-2 (adaptado de CEREMA, 2016)

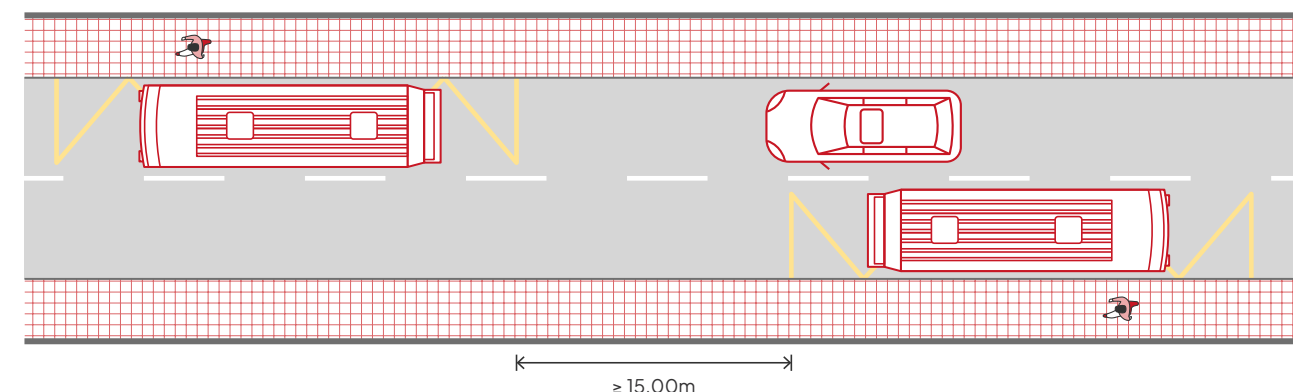
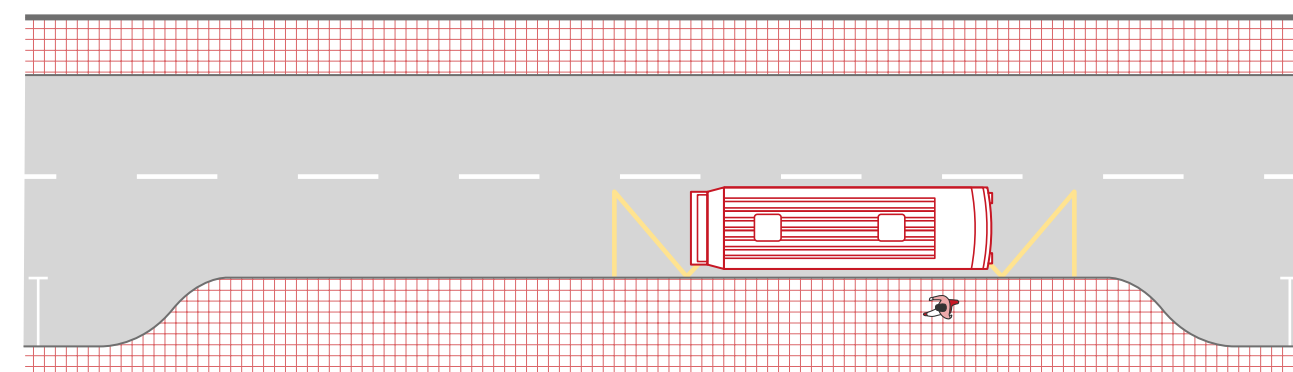


Figura 5.7

Configuração de uma paragem sem estacionamento de veículos na área adjacente – Tipo B (adaptado de CEREMA, 2016)



5.1.7 Paragem de autocarro encaixada (Tipo C)

No caso de uma paragem de fim de linha⁵ (terminal), que implique um tempo de espera maior (regulamentar) ou na impossibilidade técnica de instalar uma das paragens anteriormente referidas – paragens em linha (tipo A) ou paragens avançadas (tipo B) – pode ser desejável optar por uma configuração distinta, conforme se ilustra na Figura 5.8. Nesta configuração o veículo pode ser desviado para fora da via de circulação do tráfego automóvel através de refúgio recortado no passeio, facto que permite manter a fluidez do tráfego de veículos na via adjacente ao refúgio. O comprimento do cais recomendado até ao recorte está ilustrado na Figura 5.8, sendo de 15 m no caso de veículos “standard” e de 20 m no caso de veículos articulados.

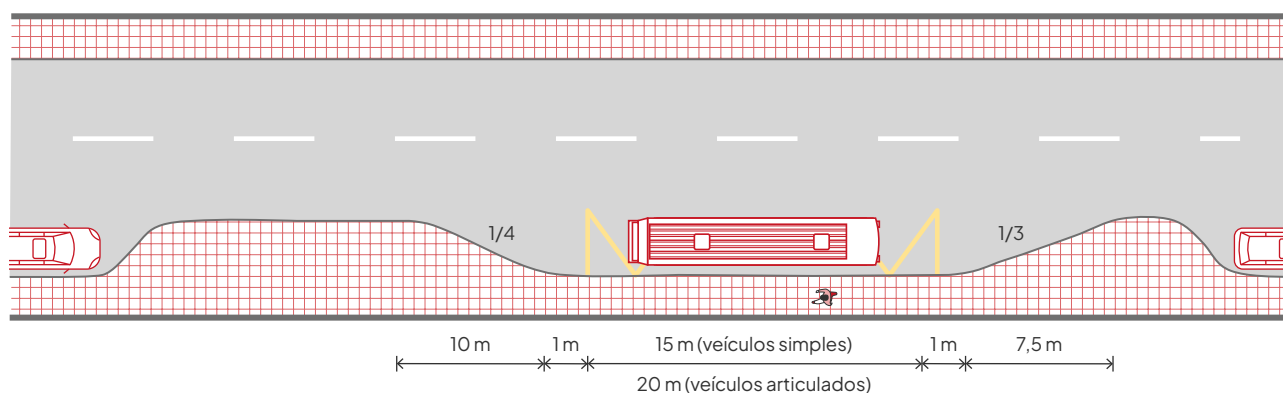
No Quadro 5.1 resumem-se as recomendações para cada tipo de paragem em zona urbana. É de relevar que as configurações dos tipos A (paragem em linha) e B (paragem avançada) já ilustradas anteriormente, respetivamente nas Figura 5.6 e Figura 5.7 são obrigatórias para áreas urbanas em França desde 15 de janeiro de 2007, que é um dos países europeus com maior regulamentação técnica na matéria. A configuração

das referidas paragens possibilita o conforto da condução e dos passageiros (pela facilidade das manobras requeridas para embarque ou desembarque de passageiros), permitindo que o veículo retome a circulação de forma eficiente. Numa paragem que não é de término, a configuração do tipo C (encaixada) ilustrada na Figura 5.8 só deve ser implementada se as paragens do tipo A (em linha) ou B (avançadas) tiverem alguma impossibilidade técnica no contexto. A designação de “proibida” significa que se encontra impedida por lei em França.

Quadro 5.1
Tipologia de paragem de transporte coletivo rodoviário
(adaptado de CEREMA, 2018)

Tipo de Paragem de TC Rodoviário	Zona Urbana
A	Recomendada
B	Recomendada
C	Apenas em caso da impossibilidade técnica de realizar A ou B

Figura 5.8
Configuração de uma paragem de fim de linha encaixada – Tipo C (adaptado de CEREMA, 2016)



⁵ Na terminologia técnica em França, este tipo de paragem designa-se de “En encoche”.

5.1.8 Paragem de autocarro na proximidade de rotunda

A configuração de paragem de autocarro junto a uma rotunda está representada na Figura 5.9. A paragem deve localizar-se no ramo/alinhamento reto (e não no interior da rotunda) sendo que a paragem deve estar a uma distância mínima de 10 metros da passagem para peões, conforme se ilustra.

Figura 5.9
Configuração de paragem de autocarro junto a rotunda (STIF, 2011))

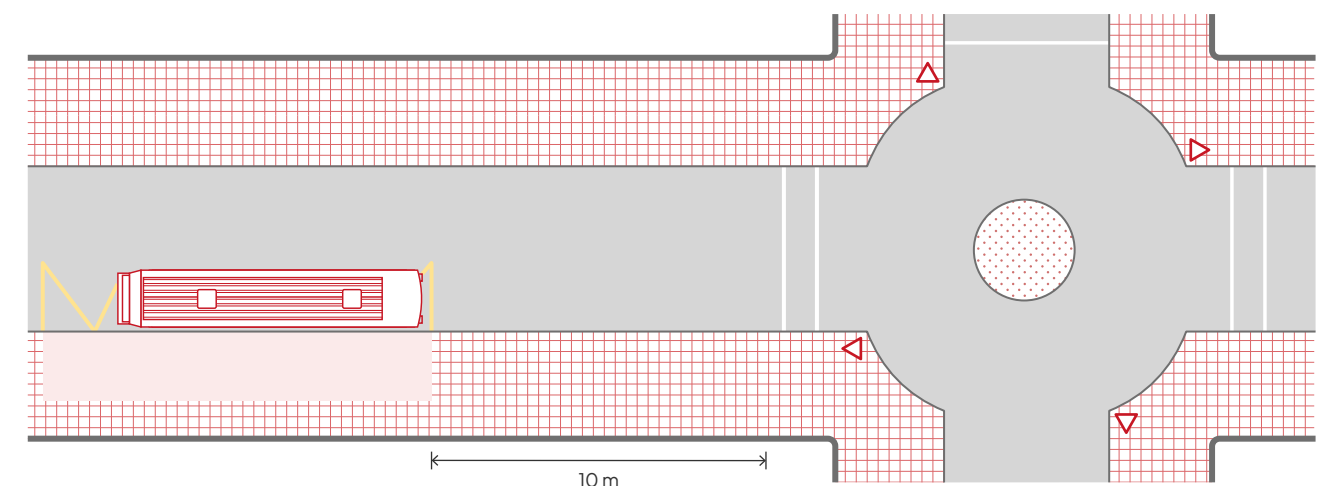


Figura 5.10
Configuração de paragem de autocarro junto a interseção (CEREMA, 2018)

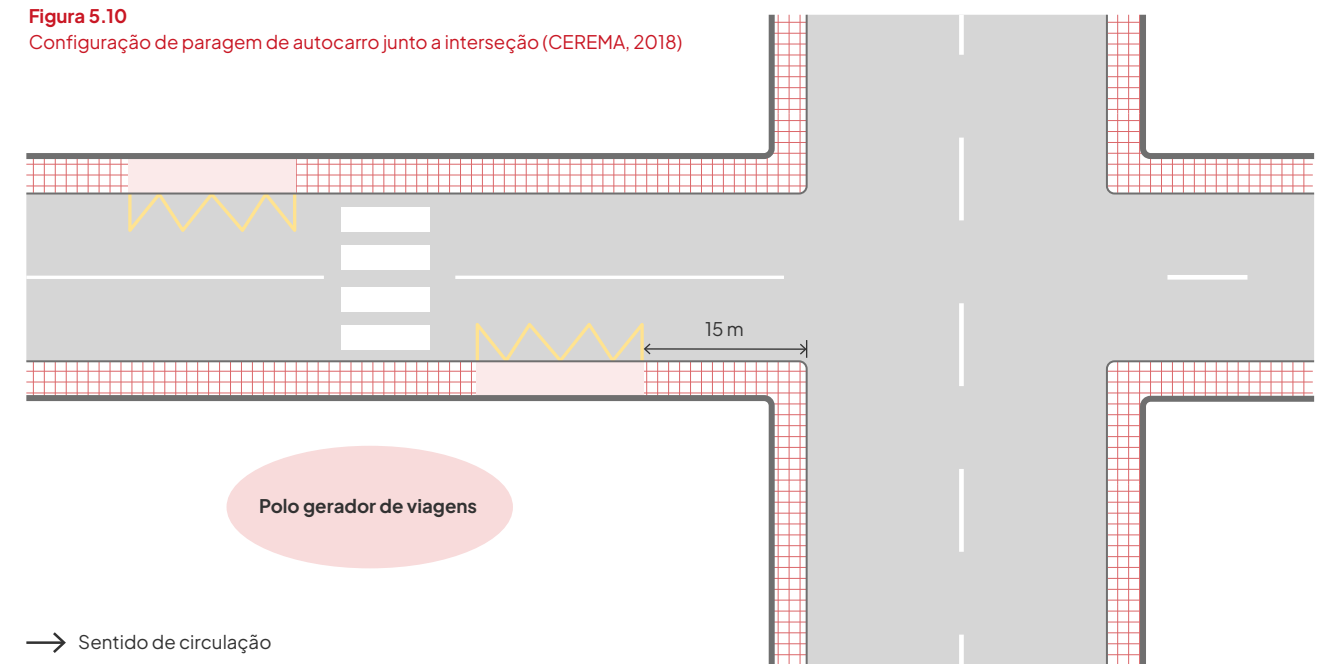


Figura 5.11
Configuração de paragem com estacionamento alternado (SMTC Tisséo, 2016)

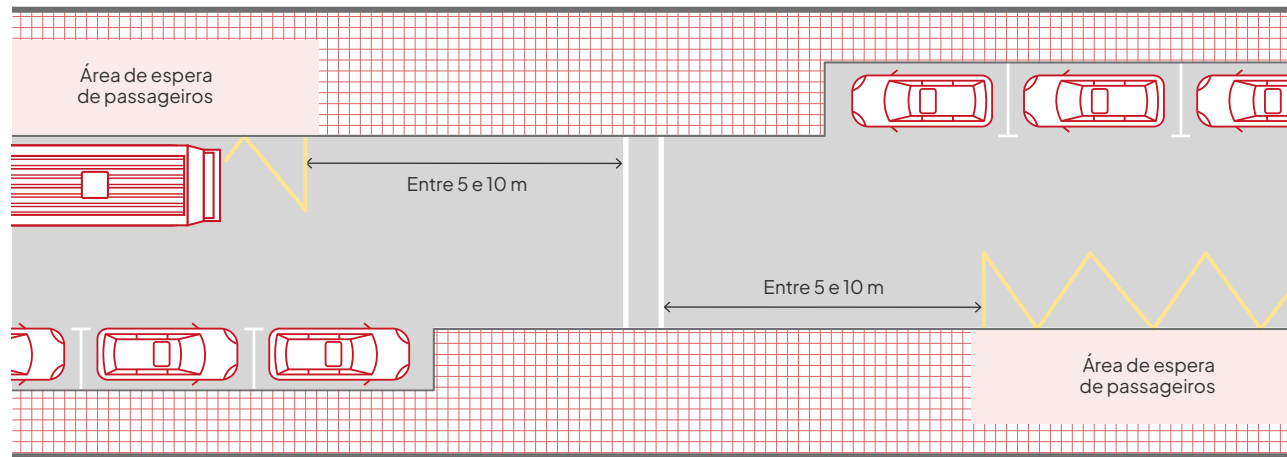


Figura 5.12
Localização da paragem na proximidade de passagem para peões (CEREMA, 2018)

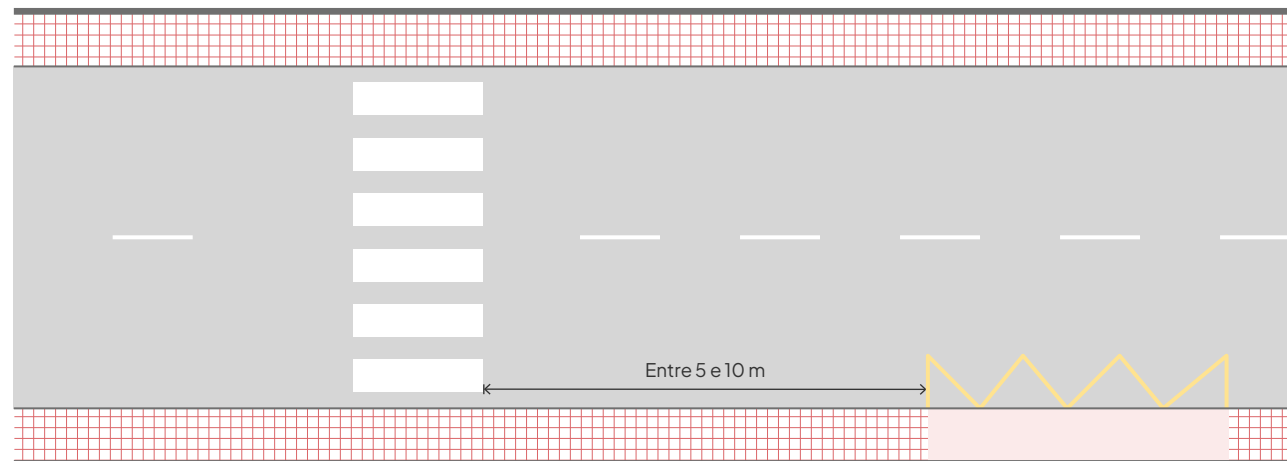
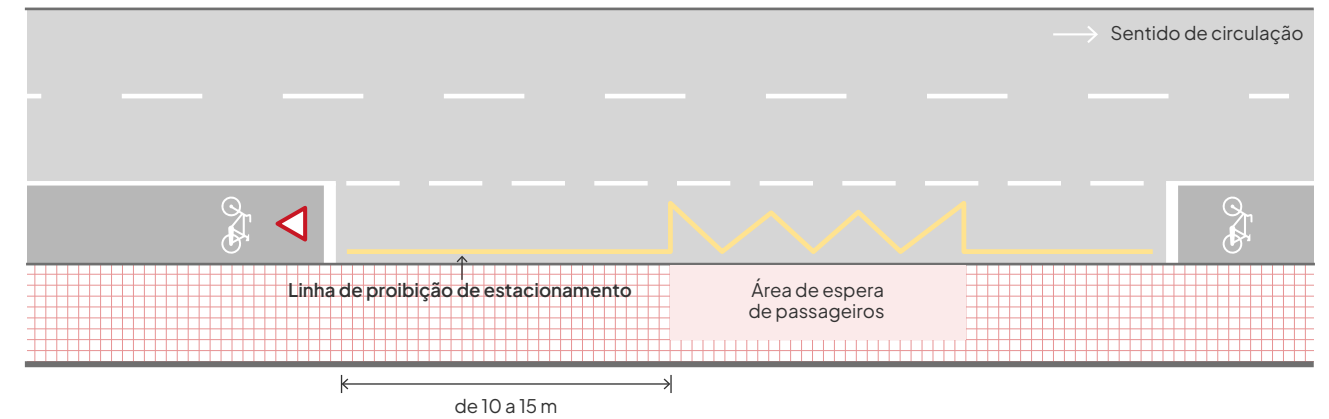


Figura 5.13
Disposição do espaço numa paragem de autocarros junto a pista para velocípedes, com abrigo junto ao cais de acesso aos veículos



5.1.10 Paragens de autocarros na proximidade de passagem para peões

Na localização das paragens de autocarro há que ter em conta vários critérios, designadamente de visibilidade. De acordo com CEREMA (2016) é recomendável que o local de paragem esteja localizado a jusante da passagem para peões a uma distância oscilando entre 5 a 10m, conforme se ilustra na Figura 5.11 e na Figura 5.12.

5.1.11 Paragens de autocarros na proximidade de pistas para velocípedes

Para facilitar o acesso dos utentes de velocípedes aos transportes públicos de passageiros (multimodalidade), devem ser projetados percursos e zonas de estacionamento para velocípedes na proximidade das respetivas paragens. Como referido no subcapítulo 5.2.2 do Fascículo III, essas paragens não devem ser localizadas em Zonas de 30 ou em Zonas de Coexistência, pelo que aqueles percursos serão preferencial-

mente do tipo pista para velocípedes. Nestes casos está assegurada a devida separação entre a zona de acesso dos peões ao transporte público de passageiros e a do trânsito dos velocípedes. Preferencialmente, os abrigos das paragens devem estar situados na zona de passeio do cais de embarque e desembarque, o que garante que o percurso entre os abrigos e os veículos (potencialmente com pressão de tempo) é feito sem interação com o trânsito de velocípedes (Figura 5.13).

Nos casos de existência de via de tráfego para velocípedes, é recomendável que nas proximidades da paragem de transportes públicos de passageiros seja construído um trecho de pista para velocípedes desviado para o tardo da paragem, de modo que os velocípedes possam continuar o percurso numa pista separada do passeio (ver Figura 5.14 e Fascículo IV – Figura 4.126). Este tipo de soluções é usado, por exemplo, no Reino Unido.

Figura 5.14

Disposição do espaço numa paragem de autocarros junto a via de tráfego para velocípedes, com abrigo junto ao cais de acesso aos veículos

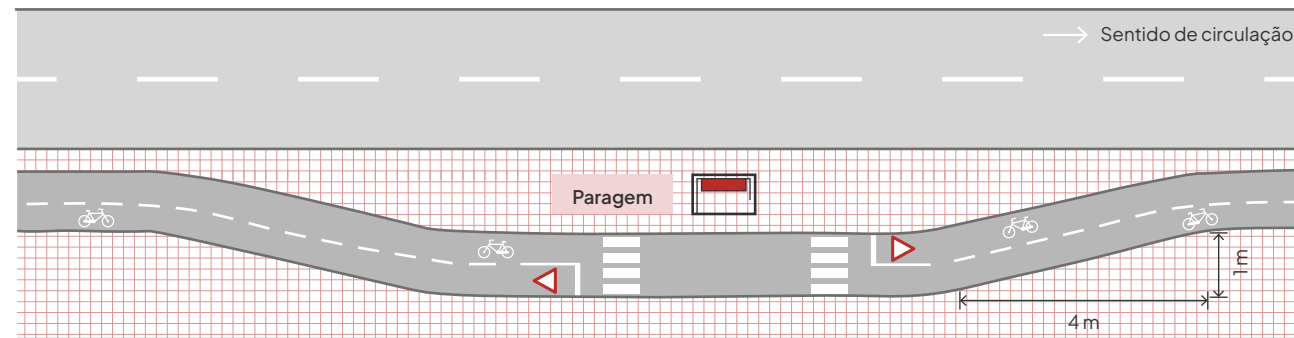
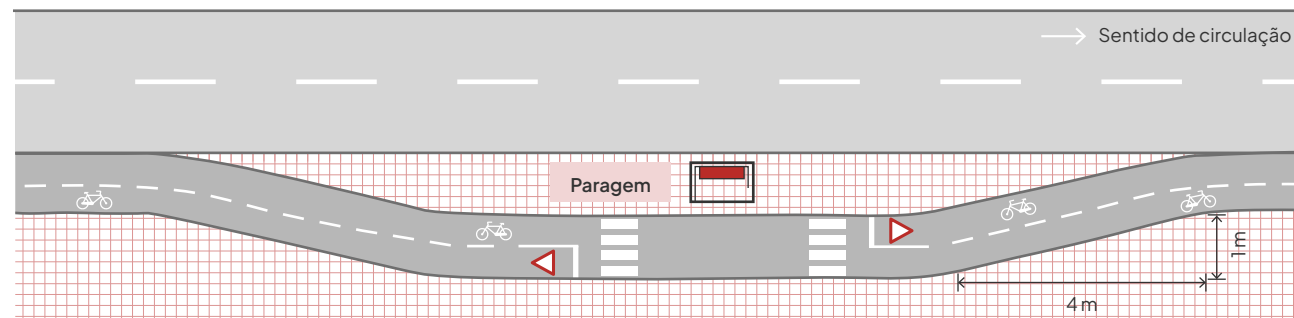


Figura 5.15

Localização da paragem na proximidade de vias de tráfego para velocípedes (CEREMA, 2018)



5.1.12 Medidas de prevenção do estacionamento ilegal em paragens de autocarro

De acordo com CEREMA (2018), nos casos em que não seja possível a realização do desvio (bypass) da via de tráfego para velocípedes para o tardo da paragem de autocarros ou elétricos, a via para velocípedes não deve interromper a circulação dos autocarros, pois essa solução expõe os peões ao perigo de atropelamento pelos velocípedes, na fase crítica de acesso ao transporte público. Assim a via de tráfego deve ser interrompida a uma distância de 10 a 15 metros da paragem, conforme se ilustra na Figura 5.15, permitindo que o velocípede se reintegre facilmente no fluxo de tráfego e o autocarro consiga posicionar-se corretamente na paragem e retomar a circulação em segurança. Nestes casos, os velocípedes devem ceder a passagem aos veículos de transporte público na zona da paragem.

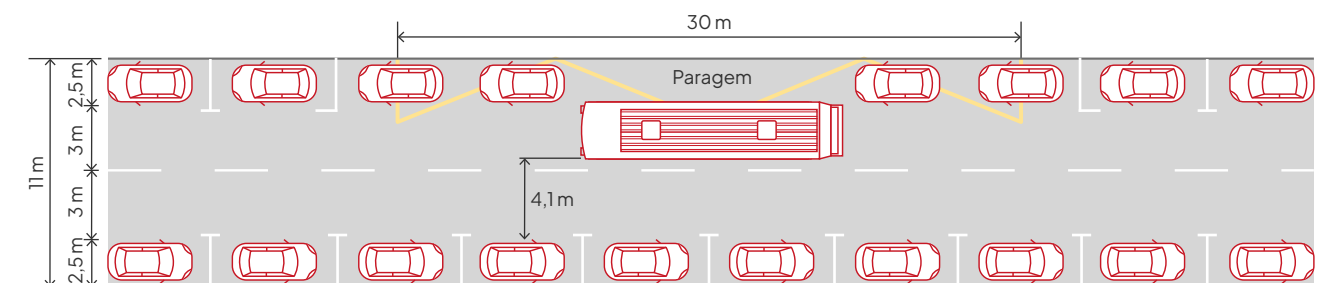
Para prevenir o estacionamento ilegal em paragens de autocarros, pode aplicar-se uma paragem do tipo avançada ou um ligeiro estreitamento da via de tráfego em cerca de 1 m em lancil, de modo a tornar visível o estacionamento ilegal e facilitar o embarque de passageiros com o mínimo de interferência no restante tráfego da rua (ver Figura 5.16)

Figura 5.16

Medida para prevenir o estacionamento ilegal em paragem avançada de autocarro (Seco, A. et al., 2008)

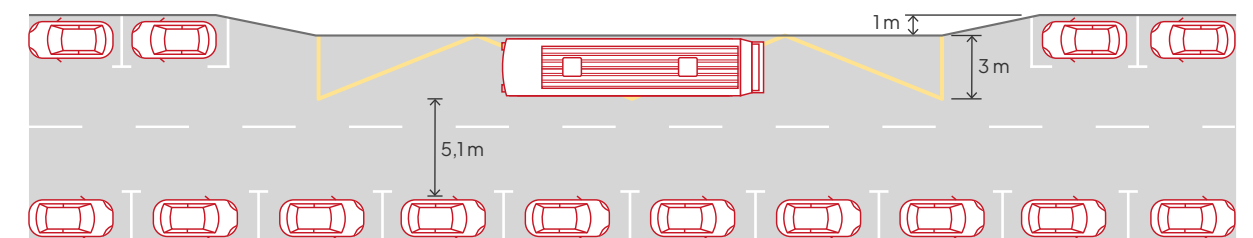
Antes

Paragem numa via urbana de 11 m de largura e 2 sentidos de tráfego, com veículos estacionados ilegalmente na paragem de autocarro.



Depois

Alargamento do lancil de uma paragem numa via urbana de 11 m de largura e 2 sentidos de tráfego.



5.2 Praças de táxis

As praças de táxis permitem a ligação de peões ou passageiros em transbordo que pretendam utilizar um serviço de transporte direto em automóvel para os transportar até a um determinado local. A praça de táxis deve estar assinalada através de sinalização adequada, de acordo com o Decreto-Regulamentar nº 60-A/2019 de 20 de dezembro. Em geral, quando inseridas em sistemas de mobilidade urbana multimodal, devem estar localizadas a uma distância inferior ou igual a 350 metros de uma estação ferroviária, aeroportos, terminais fluviais e outros pólos geradores e atratores de tráfego. De acordo com Seco et al. (2008), as zonas de paragem dos táxis devem ser colocadas ao longo do passeio para fácil entrada/saída de passageiros, sem perturbar o restante tráfego.

No projeto dos acessos ao transporte por táxi, as dimensões dos passeios e suas características devem seguir as normas técnicas para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada (Decreto-Lei nº163/2006, 2006; SNRIPD, 2006). A largura livre sem obstáculos deve ser, no mínimo, de 1,50 metros, de forma a permitir o movimento de utilizadores em cadeiras de rodas. Conforme estabelecido no Decreto-Lei nº 163/2006 de 8 de agosto, os passeios devem ser rebaixados no acesso ao táxi, sendo a altura do lancil não superior a 0,02m. As dimensões dos lugares de estacionamento são abordadas no capítulo 6.

5.3 Abrigos para passageiros

Os abrigos para passageiros constituem equipamentos importantes para tornar a zona de espera nas paragens mais confortável. Os abrigos podem desempenhar as seguintes funções: proteção e conforto de passageiros que aguardam o embarque no transporte coletivo, informação (p. ex. tempo até à chegada do próximo veículo) e outros serviços complementares (p. ex. máquina para aquisição de título de transporte). De acordo com Pires da Costa, A. (2008), a instalação de um abrigo deve atender aos seguintes critérios:

- Exposição do local da paragem à intempérie;
- Tempo de espera pelo veículo;
- Disponibilidade de espaço no passeio;
- Obstrução da visibilidade na circulação;
- Efeito estético.

Em CEREMA (2018) considera-se que o posicionamento de abrigos para passageiros deve resultar de um compromisso entre vários critérios que incluem a distância entre paragens consecutivas, existência de pólos geradores/atratadores de deslocações importantes, percursos pedonais e cruzamentos. Devem ser atendidas as questões de segurança pessoal e pública na construção dos abrigos, pelo que os mesmos devem ser construídos com materiais que garantam boas condições de visibilidade, e iluminados no período noturno. A área do abrigo depende da procura de transporte (número de passageiros previstos em espera no abrigo). Em Pires da Costa, A. (2008) considera-se 5m² como área mínima do abrigo, sendo a altura de 2,5 metros. De forma a poder acomodar um utilizador em cadeira de rodas, a largura livre mínima do abrigo deve ser de 1,5 m e o comprimento livre mínimo de 1,2 m (para permitir uma rotação de 90° da cadeira se for necessário consultar o painel informativo no abrigo).

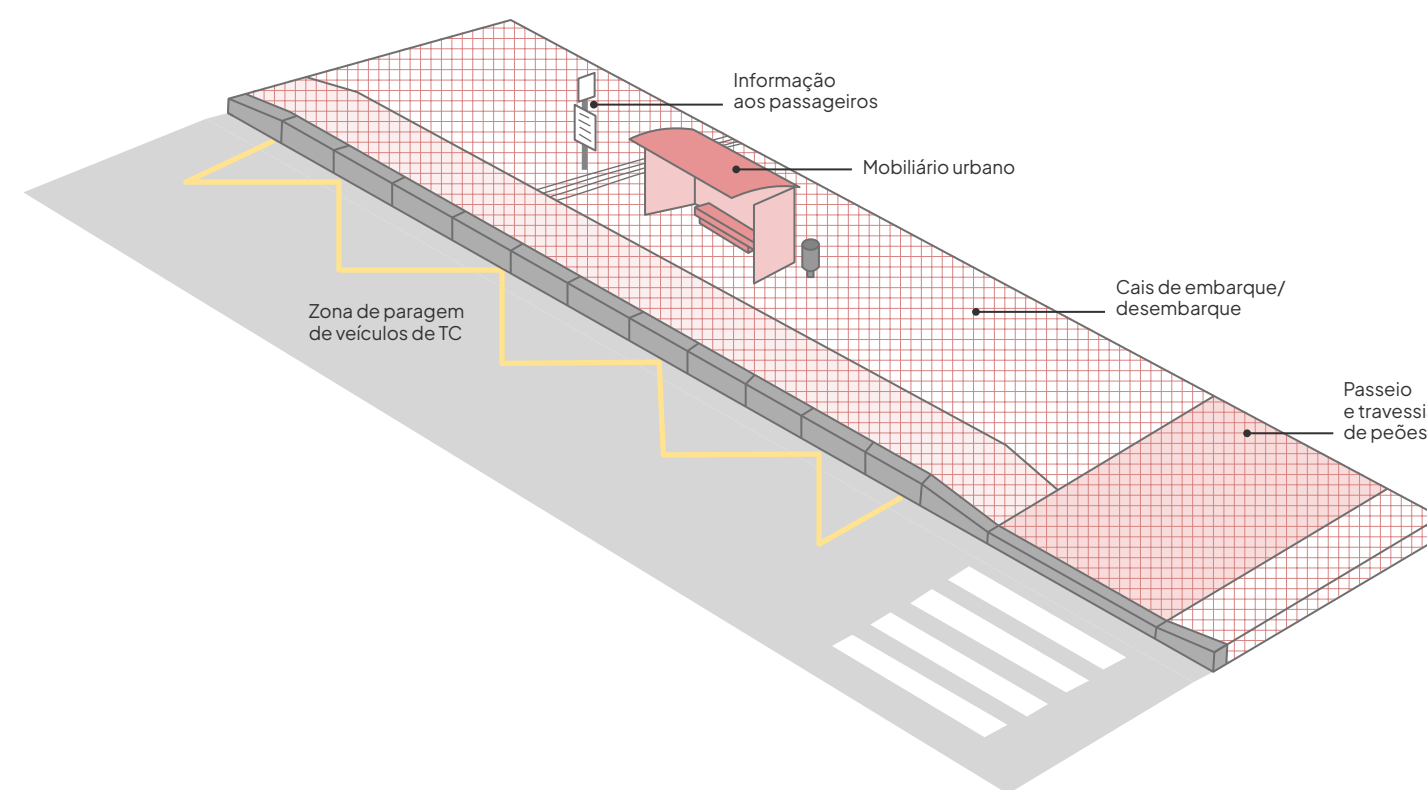
5.4 Interfaces

Uma interface pode ser definida como o local onde se inicia, termina ou dá continuidade a viagens que têm de ser realizadas em mais do que um modo de transporte entre uma dada origem e destino (por exemplo, metropolitano – autocarro e elétricos) ou se faz a conexão entre diferentes linhas ou carreiras de viagens num mesmo modo de transporte. Uma interface inclui as paragens do tipo terminal para vários modos de transporte coletivo público ou privados. Nesta definição, inclui-se a respetiva infraestrutura física. As praças de táxis referidas anteriormente representam um caso simples de interface, já que permitem a ligação de modos suaves (por exemplo, deslocações a pé) ao táxi.

Na Figura 5.17 representa-se um abrigo de transporte coletivo inserido em zona urbana. Conforme se ilustra, este deve ter um acesso seguro através de passeios acessíveis (com largura mínima de 1,50 m – ver também Fascículo III). Deve ser provida informação pelo operador do transporte coletivo sobre a estação/carreira/horário ao utilizador do abrigo através de painel informativo e ser instalada iluminação noturna adequada para efeitos da segurança pessoal e pública.

Para algumas carreiras especiais de transporte público rodoviário (por exemplo linhas de BRT), é recomendável que a plataforma do cais seja sobre-elevada em relação ao passeio em cerca de 20 cm, caso em que a transição para a altura de lancil normal deve ter uma variação de inclinação longitudinal inferior a 4%.

Figura 5.17
Paragem de autocarro acessível com abrigo (adaptado de CEREMA, 2018)



Em termos de planeamento urbano, as interfaces são alvo de caracterização em Planos de Mobilidade Urbana e Planos Diretores Municipais, onde se define a respetiva hierarquização em função de vários requisitos, designadamente dos fluxos de passageiros em transbordo (transferência modal ou entre linhas e carreiras) a assegurar em cada caso.

A articulação de cada interface com o contexto urbano deve ser realizada através de boas práticas urbanísticas, considerando, designadamente a sua integração na malha urbana e as várias funções a assegurar à escala local ou regional, incluindo possíveis serviços ou equipamentos de apoio ao passageiro e outros utilizadores do espaço público.

De acordo com CEREMA (2017), o Plano de Deslocações Urbanas (PDU) de Île-de-France apresenta a seguinte categorização de interfaces:

- Grandes interfaces ou pólos de correspondência – correspondem aos nós principais da rede de transporte coletivo, assegurando a correspondência entre a rede ferroviária e a rede rodoviária estruturante;
- Interfaces de serviço no centro urbano – correspondem às estações ferroviárias e de metro nas centralidades urbanas, com maior densidade urbana;
- Interfaces de acesso à rede ferroviária – situam-se em áreas de menor densidade e integram o acesso rodoviário às estações ferroviárias através do transporte rodoviário individual e coletivo.

Uma interface de transporte localizado em área urbana central visa facilitar uma ligação rápida, confortável e segura entre os vários modos de transporte, promovendo a multimodalidade e a intermodalidade.

Nas grandes interfaces multimodais de transportes, como a Gare do Oriente, em Lisboa, são estabelecidas conexões entre as plataformas ferroviárias de passageiros e metropolitano e o terminal de autocarros, havendo acessos de nível e em escada para os passageiros.

De acordo com o Regime Jurídico do Serviço Público de Transporte de Passageiros, artigo 26º (Lei nº 52/2015, de 9 de junho), “as autoridades de transportes competentes devem privilegiar, por razões de eficiência e eficácia do sistema de mobilidade, uma relação intermodal estruturada e fluida entre serviços públicos de transporte de passageiros afluentes e alimentados”. Assim, a referida autoridade de transportes “pode determinar a criação de determinado serviço de transporte público de passageiros afluente que realize a ligação a determinado serviço de transporte público de passageiros em modo ferroviário pesado e ligeiro, fluvial ou rodoviário em sítio próprio, promovendo a intermodalidade e a eficiência do sistema”.

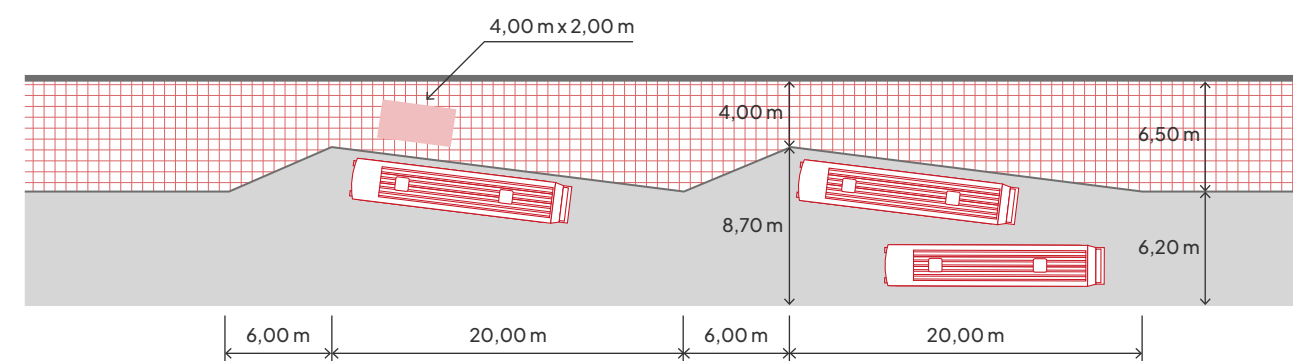
No projeto de interfaces deve atender-se às normas técnicas para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada (Decreto-Lei nº163/2006, 2006). De acordo com o artigo 2º das referidas normas, estas aplicam-se também a “Estações ferroviárias e de metropolitano, centrais de camionagem, gares marítimas e fluviais, aerogares de aeroportos e aeródromos, paragens dos transportes coletivos na via pública, postos de abastecimento de combustível e áreas de serviço”.

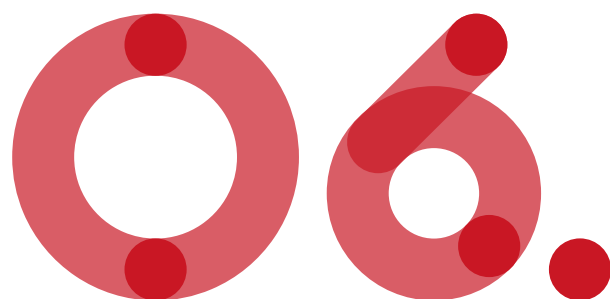
De acordo com o Decreto-Lei nº 170/71 de 27 de abril, ainda em vigor, as “Estações Centrais de Camionagem” (ECC) são “estabelecimento em que se concentram os locais terminais ou locais de paragem de todas as carreiras não urbanas de transportes rodoviários de passageiros que servem os aglomerados urbanos” e deverão ser concebidas e equipadas de forma a assegurar a correspondência dos transportes urbanos com as carreiras fora das zonas urbanas nas melhores condições de comodidade, segurança e salubridade. O artigo 6.º do referido Decreto-Lei respeita ao seu dimensionamento da ECC, estando aí discriminado o seguinte:

- Resultados da previsão de tráfego normal e de ponta, considerando o movimento não apenas dos veículos de carreiras que a utilizam, mas também de todos os outros veículos que a servem, devendo ser apoiados por estudos de mercado à escala local e regional, ponderando as condições atuais e previsíveis de exploração e as necessidades de expansão das carreiras;
- Condições de segurança e comodidade dos utentes das carreiras que a ela afluem;
- Eficiência e qualidade da prestação dos serviços de transporte fornecidos;
- Exigências de mobilidade adequada dos veículos e movimentação de passageiros, bagagens e pequenos volumes.

Na Figura 5.18 apresenta-se uma configuração de interface rodoviário simples, em que cada cais de embarque, em recorte, corresponde a uma carreira. Neste caso existe correspondência entre o modo de transporte coletivo rodoviário e o modo de transporte pedonal.

Figura 5.18
Configuração geométrica de uma estação terminal de autocarros (SMTC Tisséo, 2016)





Estacionamento

6.1 Princípios gerais

O estacionamento é um elemento importante do sistema de transportes. Todavia, o espaço urbano é um recurso escasso e de significativo valor económico e social. Assim, há que proceder à gestão da oferta e da procura de estacionamento e definir as estratégias mais adequadas em cada contexto, designadamente para assegurar a qualidade de serviço nas várias perspetivas e garantir uma utilização mais eficiente dos recursos públicos. Sendo a oferta excessiva de estacionamento tão prejudicial como a escassez da mesma, é recomendável que esta seja avaliada no contexto de políticas de gestão da mobilidade urbana visando objetivos de sustentabilidade.

Uma estratégia de gestão das infraestruturas de estacionamento urbano, em articulação com o transporte coletivo público, pode ser relevante para o objetivo da redução da utilização do automóvel⁶ visando uma mobilidade mais sustentável e multimodal nas cidades. Nesta linha, são também relevantes as infraestruturas para estacionamento de velocípedes, matéria que é tratada no Fascículo III.

Várias capitais europeias dispõem de regulamentos gerais de estacionamento que relevam o objetivo acima referido. Por exemplo, Lisboa integra Zonas de Estacionamento de Duração Limitada (ZEDL) que, em conjunto, com as tarifas de utilização aplicáveis a cada zona, permitem controlar a pressão sobre o estacionamento e dissuadir o uso do transporte individual, contribuindo também para a sustentabilidade financeira e social do sistema.

Um outro aspeto prende-se com a existência de lugares para condutores com deficiência motora. Tanto os regulamentos de estacionamento dos municípios como o código da estrada abordam este aspeto. Por exemplo, o artigo 43º do regulamento geral de estacionamento da cidade de Lisboa isenta de tarifa estes utilizadores.

No Código da Estrada, vertido no Decreto-Lei n.º 102-B/2020 de 9 de dezembro, define-se uma zona de estacionamento como “*um local da via pública especialmente destinado, por construção ou sinalização, ao estacionamento de veículos*” e um *parque de estacionamento* como “*um local exclusivamente destinado ao estacionamento de veículos*”. A paragem e estacionamento apresentam as seguintes definições legais:

- Paragem: corresponde à imobilização de um veículo pelo tempo estritamente necessário para a entrada ou saída de passageiros ou para breves operações de carga ou descarga, desde que o condutor esteja pronto a retomar a marcha e o faça sempre que estiver a impedir ou a dificultar a passagem de outros veículos.
- Estacionamento: refere-se à imobilização de um veículo que não constitua paragem e que não seja motivada por circunstâncias próprias da circulação.

O artigo 48.º do Código da Estrada apresenta as situações de paragem e de estacionamento dentro das localidades, estabelecendo que se devem fazer nos locais especialmente destinados a esse efeito e pela forma indicada ou na faixa de rodagem, o mais próximo possível do respetivo limite direito, paralelamente a este e no sentido da marcha.

As necessidades efetivas de estacionamento devem ser consagradas no regulamento dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT). No geral, a avaliação das necessidades de estacionamento de veículos (automóveis ligeiros de passageiros, velocípedes, motociclos, etc.) por parte da população residente, empregados, visitantes e turistas deve considerar os usos do solo, a oferta existente, a evolução temporal da procura (diurna/noturna; duração do período necessário para estacionamento, etc.) e a repartição modal (transporte coletivo público, transporte coletivo privado, transporte individual, etc.) entre outros fatores como sejam as características socioeconómicas da área e o

modelo de exploração (público ou privado), visando a otimização do sistema de transportes, que inclui também a minimização de impactos ambientais das soluções preconizadas segundo as várias perspetivas (p. ex. do utilizador e do prestador do serviço), devidamente enquadradas em políticas de planeamento da mobilidade e acessibilidades. A caracterização da procura e da oferta de estacionamento, incluindo mecanismos para a sua gestão, está definida em Seco et al. (2008).

De acordo com IMTT, I.P. et al. (2011f), os estudos de circulação e estacionamento “*avaliam o comportamento das infraestruturas rodoviárias, ou seja, determinam as intensidades de tráfego que podem suportar e a reserva de capacidade rodoviária, identificando problemas de congestionamento, de sobreocupação (do espaço público por veículos motorizados) e de carências de estacionamento e desenvolvendo soluções de minimização ou eliminação desses problemas*”.

De acordo com Seco, A. et al. (2008), a permissão do estacionamento na via pública dependerá da função que a via desempenha na rede viária. Por exemplo, nas vias urbanas de nível I (vide Fascículo I para a definição da hierarquização viária) não deve haver estacionamento. Nas vias locais de nível III (distribuidoras ou de acesso) devem existir espaços de estacionamento, cuja definição haverá que articular com outras funções do espaço público.

⁶ De acordo com a UITP, a redução da oferta de estacionamento de 0,5 lugares por empregado (ou mais) para 0,1 lugar por empregado, pode conduzir ao aumento da utilização do transporte público em cerca de 30% (IMTT, I.P. et al., 2011f).

6.2 Tipos de Estacionamento

O estacionamento pode ser classificado segundo várias tipologias, conforme se exemplifica em seguida.

Tipologia da oferta de estacionamento

A oferta de estacionamento recomendável por tipo de zona pode ser descrita em função da sua localização (na via pública, em parque, etc.), duração, condições de acesso (livre, cargas e descargas, etc.) e regime de tarifação recomendável para cada caso, conforme se exemplifica no Quadro 6.1. As áreas centrais constituem áreas onde se localizam os principais pólos geradores e atratores de deslocamentos de natureza económico-financeira e espaços comerciais. As áreas residenciais periféricas localizam-se predominantemente na coroa exterior às áreas centrais, podendo conter também importantes pólos geradores e atratores de deslocamentos (por exemplo, equipamentos desportivos e escolares) sendo que nas áreas periféricas o preço por m² é menor do que nas áreas centrais, podendo incluir outros usos (por exemplo, espaços industriais).

No Quadro 6.1 o estacionamento na via, refere-se ao estacionamento ao longo das vias de circulação, sendo em geral estacionamento de natureza pública e usualmente objeto de regulamentação pelos municípios. O estacionamento em parque refere-se ao estacionamento em parques subterrâneos ou elevados (por exemplo, em edifícios como sejam os autossilos), incluindo os parques com sistemas avançados de estacionamento de veículos (sistemas automatizados com recurso a novas tecnologias). Estes parques de estacionamento podem ter uma gestão pública ou privada, neste último caso podem ser destinados a determinados utilizadores (por exemplo, equipamentos desportivos, centros comerciais, etc.).

A localização do estacionamento em cada contexto vai depender das condições de circulação do tráfego e da capacidade das vias.

Assim, a oferta de estacionamento em termos do número de lugares e respetivo tipo deve assegurar que a entrada e saída dos veículos se possa realizar em condições de segurança, com um impacto mínimo na circulação.

Em interfaces de transporte público é conveniente disponibilizar parques de estacionamento dissuasores que fomentem a transferência modal dos ocupantes de automóveis para o transporte coletivo (Park&Ride), de forma rápida, segura e confortável. O Park&Ride é um estacionamento de longa duração dependente dos horários laborais.

Tipologia da procura de estacionamento

De acordo com Seco, A. et al. (2008) a tipologia do estacionamento pode ser caracterizada em função das características da procura:

- 1) Curta duração: inferior a 5 minutos (por exemplo, paragem para os fins de entrada e saída de passageiros); 5 a 30 minutos (por exemplo, para entrega de mercadorias); 30 a 60 minutos (por exemplo, para pagamento de serviços).
- 2) Média duração: entre 1 a 2 horas (p. ex. consultas); 2 a 4 horas (p. ex. compras).
- 3) Longa duração: entre 4 a 8 horas (p. ex. emprego); superior a 8 horas (p. ex. residentes).

Tipo de veículos e necessidades de estacionamento

Os vários tipos de veículos, pelas suas dimensões e funcionalidades (acesso às várias atividades localizadas no território, distribuição de mercadorias, etc.) requerem espaços distintos para o respetivo estacionamento, os quais dependem do uso ser privado ou partilhado.

Assim, deve distinguir-se o estacionamento para os seguintes tipos de veículos:

- Velocípedes;
- Motociclos;
- Trotinetes (exemplo: scooters elétricas);
- Veículos ligeiros de mercadorias (utilizados na logística urbana, incluindo lugares para carga e descarga de mercadorias);

- Veículos ligeiros de passageiros (incluindo os de condutores com carta de condução para deficiente, táxis, etc.);
- Veículos pesados de mercadorias.

Quadro 6.1

Tipologia da oferta de estacionamento (Seco et al., 2008)

Zona	Localização do estacionamento	Duração	Acesso	Tarifação
Áreas Centrais	Na via	máximo de 1 h	livre	tarifas elevadas e crescentes no tempo (eventualmente gratuito para estacionamentos <10min para incentivar rotatividade)
		limitado ao período fora das horas de ponta	cargas e descargas	gratuito
		longa duração	residentes	gratuitos, com tarifa "simbólica" ou reduzida
	Em Parque	máximo de 2 h	livre	tarifas elevadas e crescentes no tempo
		máximo de 3 a 4 h (zonas semiperiféricas)	livre	tarifas moderadas e crescentes no tempo
		longa duração	residentes funcionários	gratuitos ou com tarifa "simbólica" tarifas elevadas (se houver alternativas em termos de acessibilidade)
Áreas Residenciais Periféricas	Na Via	longa duração	residentes (podem ser reservados)	gratuitos
		média duração	visitantes, cargas e descargas	gratuitos
	Em Parque	longa duração	residentes	gratuitos ou com tarifa "simbólica"
Áreas Periféricas	Na Via	média/longa duração	livre	tarifas baixas
	Em Parque	longa duração	livre, mas preferencialmente para funcionários	tarifa baixa, com direito a título de transporte para as áreas centrais

No caso das trotinetes elétricas, que são veículos recentes na mobilidade urbana, o seu estacionamento deve ser realizado em locais identificados para o efeito, incluindo parques de estacionamento. De acordo com o Código da Estrada, n.º 3 do artigo 112º (Decreto-Lei n.º 102-B/2020 de 9 de dezembro), os velocípedes com motor, as trotinetas com motor, bem como os dispositivos de circulação com motor elétrico, autoequilibrados e automotores ou outros meios de circulação análogos com motor são equiparados a velocípedes.

Dimensionamento do número de lugares de estacionamento

Em Portugal, de acordo com a Portaria nº-216-B/2008, o dimensionamento do número de lugares de estacionamento necessários ao uso habitacional deve ser determinado em função da tipologia dos fogos e, na ausência desta indicação, deve ser considerado o valor da área média do fogo. No Quadro 6.2 apresentam-se exemplos de parâmetros de dimensionamento para o estacionamento em função do tipo de ocupação (vide legislação para obter a totalidade dos parâmetros). Para efeitos de prédimensionamento a área de estacionamento correspondente pode ser calculada considerando 20 m² por lugar à superfície ou 30 m² por lugar em estrutura edificada, incluindo os caminhos de circulação.

As necessidades de estacionamento devem estar definidas em planos de mobilidade urbana e ser objeto de regulamentação (regulamento municipal de estacionamento).

As Câmaras Municipais aprovam a localização de zonas ou parques de estacionamento. O Decreto-Lei (DL) n.º 81/2006 de 20 de abril define o regime de utilização dos parques e zonas de estacionamento tal como são definidos no Código da Estrada, incluindo as normas gerais de segurança. Assim, excluem-se os casos de parques de estacionamento não abertos ao uso público. O capítulo II do referido DL é dedicado aos parques de estacionamento de uso

público. De acordo com o artigo 7.º, os acessos ao parque não devem situar-se a uma distância inferior a 10 metros de uma interseção. De acordo com o artigo 8.º do mesmo DL, os acessos aos lugares de estacionamento, dentro de parques de estacionamento, devem ser dimensionados por forma a permitir a fácil circulação e execução de manobras dos veículos ou, não sendo isso possível para todos os veículos, ter convenientemente assinaladas, no exterior, as dimensões máximas dos veículos que podem aceder a esses lugares

A delimitação dos lugares de estacionamento deve respeitar as regras gerais constantes no Código da Estrada (vide artigo 70º) não prejudicando a visibilidade nas curvas, cruzamentos ou entroncamentos.

Os acessos aos lugares de estacionamento no interior do parque (artigo 8.º do referido DL) devem ser dimensionados de forma a permitir a fácil execução e circulação de manobras dos veículos e, sempre que houver impossibilidade de satisfazer esse requisito para todos os tipos de veículos, deve ser assinalado no exterior as dimensões máximas dos veículos que podem aceder a estes lugares. As Câmaras Municipais são responsáveis pela aprovação da localização de parques ou zonas de estacionamento.

Em parques de média a grande dimensão (área utilizável superior a 500 m²) as inclinações das rampas de acesso não devem ultrapassar os 15%. No caso da inclinação das rampas ser superior a 12%, são recomendáveis traineis de transição nas extremidades com metade da inclinação e um comprimento mínimo de 3,5 m. Em pequenas garagens de uso privativo, a inclinação pode chegar a 20% (Seco et al., 2008a).

As vias de acesso a lugares de estacionamento com orientação perpendicular em relação ao seu eixo devem assegurar a circulação de veículos dos dois sentidos, sendo que nas restantes situações se pode implementar vias de sentido único devidamente orientadas. Neste âmbito, a configuração dos lugares de estacionamento e das vias de acesso está representada na Figura 6.1.

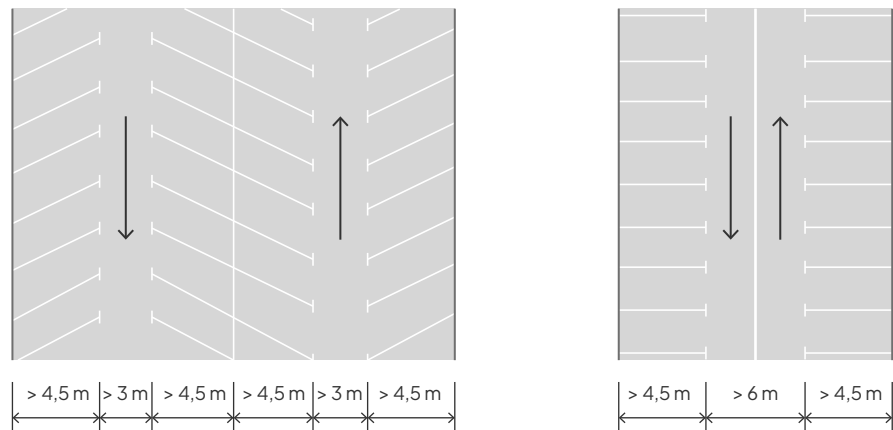
No dimensionamento dos lugares de estacionamento, das vias de acesso no interior dos parques de estacionamento e dos meios de pagamento devem atender-se às regras de dimensionamento impostas pelos Regulamento de Segurança contra Incêndios para Parques de Estacionamento Cobertos ou pelo Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT – SCIE) em Edifícios, para além das normas técnicas para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada

(Decreto-Lei 163/2006, de 8 de agosto). Para o dimensionamento de parques de estacionamento e das vias de acesso é utilizado o veículo tipo da classe de veículo de passageiros, devendo ser também considerada a situação do condutor ou passageiro em cadeira de rodas, de acordo com (SNRIPD, 2006). Por exemplo, nas proximidades de edifícios com altura não superior a 9 m, o RT-SCIE obriga a uma largura mínima da via de acesso de 3,5m, um raio de curvatura mínimo de 11 m (medido ao eixo) e uma inclinação máxima de 15%.

Quadro 6.2
Dimensionamento do número de lugares de estacionamento em função do tipo de ocupação (Portaria n.º 216-B/2008)

Tipo de ocupação	Infraestruturas – Estacionamento (a)
Habitação em moradia unifamiliar	1 lugar/fogo com a. c. < 120 m². 2 lugares/fogo com a. c. entre 120 m² e 300 m². 3 lugares/fogo com a. c. > 300 m². O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20 % para estacionamento público.
Habitação colectiva	Habitação com indicação de tipologia: 1 lugar/fogo T0 e T1; 1,5 lugares/fogo T2 e T3; 2 lugares/fogo T4, T5 e T6; 3 lugares/fogo > T6. O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20 % para estacionamento público. Habitação sem indicação de tipologia: 1 lugar/fogo para a. m. f. < 90 m²; 1,5 lugares/fogo para a. m. f. entre 90 m² e 120 m²; 2 lugares/fogo para a. m. f. entre 120 m² e 300 m²; 3 lugares/fogo para a. m. f. > 300 m². O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20 % para estacionamento público.
Comércio	Comércio: 1 lugar/30 m² a. c. com. para establ. < 1000 m² a. c.; 1 lugar/25 m² a. c. com. para establ. de 1000 m² a. c. a 2500 m² a. c.; 1 lugar/15 m² a. c. com. para establ. > 2500 m² a. c. e cumulativamente 1 lugar de pesado/200 m² a. c. com.
Serviços	3 lugares/100 m² a. c. serv. para establ. ≤ 500 m². 5 lugares/100 m² a. c. serv. para establ. > 500 m². O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 30 % para estacionamento público.
Indústria e ou armazéns	1 lugar/75 m² a. c. ind./armaz. Pesados: 1 lugar/500 m² a. c. ind./armaz., com um mínimo de 1 lugar/lote (a localizar no interior do lote). O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20 % para estacionamento público.

Figura 6.1
Configuração dos lugares de estacionamento e das vias de acesso em parque (Seco, A. et. al., 2008)



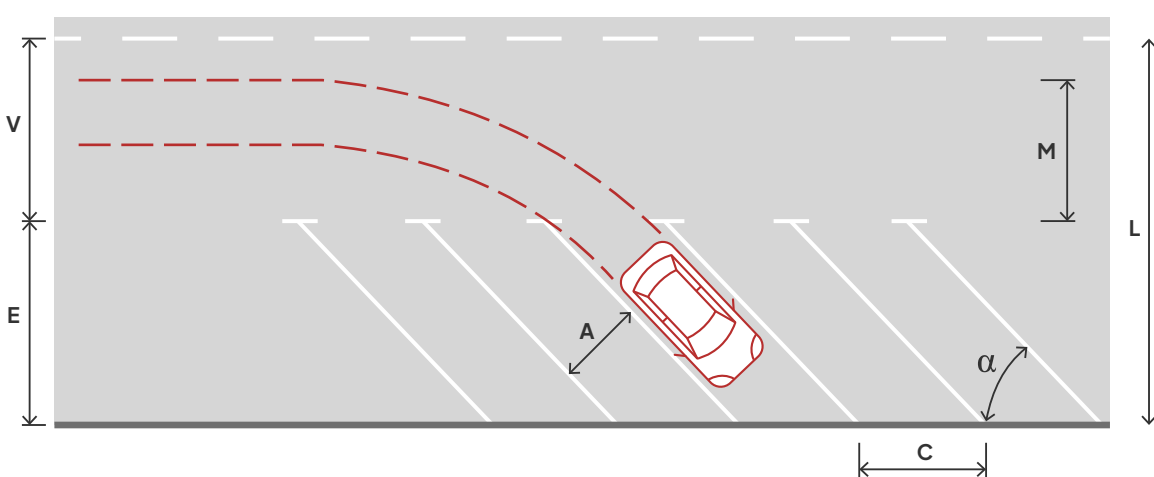
De acordo com a Portaria n.º 216-B/2008, de 3 de março, a dimensão transversal (largura) exigida para os espaços de estacionamento, apenas dirigida para o caso do estacionamento longitudinal, varia entre 2,5 m para zonas residenciais, 2,25 m em zonas mistas e 2,25 m em zonas industriais.

O estacionamento na via pública não é autorizado na rede estruturante (nível I). A sua admissibilidade nas outras situações (níveis II, III e IV) deverá considerar critérios operacionais de natureza regular (por exemplo, segurança, tipo de actividade na envolvente, exigências dos transportes públicos e velocípedes, serviços de limpeza urbana e de recolha de lixo, carga/descarga de mercadorias e tomada/largada de passageiros) e de natureza excepcional (por exemplo, circulação de veículos de emergência), responder às necessidades de estacionamento, bem como atender a outros requisitos definidos em instrumentos de planeamento urbanístico ou inseridos no âmbito da política de mobilidade do município.

O dimensionamento dos lugares de estacionamento para veículos ligeiros na via pública deve atender ao uso e ocupação do solo e aos tipos de utilizadores, considerando os parâmetros geométricos que constam na Figura 6.2 e os valores mínimos e máximos respetivos que constam no Quadro 6.3, em que:

α: ângulo de inclinação em relação ao eixo da via;
A: largura do lugar do estacionamento;
C: comprimento de faixa por lugar de estacionamento;
E: Comprimento medido perpendicularmente ao eixo da via do lugar de estacionamento;
M: espaço de manobra para o veículo;
L: largura total, medida entre o lancil e o eixo da faixa de rodagem;
V: via de acesso adjacente ao estacionamento.

Figura 6.2
Parâmetros geométricos para a definição de lugares de estacionamento adjacentes à via pública (Seco, A. et. al., 2008)



Quadro 6.3
Parâmetros geométricos para dimensionamento dos lugares de estacionamento adjacentes à via pública (Seco, A. et. al., 2008)

α	A (m)	C (m)	E (m)	M (m)	L (m)
0°	2,0 a 2,3	5,0 a 6,0	2,0 a 2,3	3,0	5,5 a 5,8
30°	2,3 a 2,5	4,6 a 5,0	4,0 a 4,9	2,9	7,5 a 8,4
45°	2,3 a 2,5	3,3 a 3,5	4,5 a 5,6	3,7	8,0 a 9,1
60°	2,3 a 2,5	2,7 a 2,9	5,0 a 6,0	4,6	9,5 a 10,5
90°	2,3 a 2,5	2,3 a 2,5	4,5 a 5,0	5,8	10,5 a 11,0

O ângulo **α**, referido na Figura 6.2 e no Quadro 6.3 não deve ser superior a 90°, uma vez que tal dificulta a deteção atempada de lugares vagos e implica a realização de uma manobra de estacionamento com marcha-atrás, o que origina interrupções mais abruptas do tráfego do que nos casos previstos no Quadro 6.3.

Acresce que, ao permitir a saída expedita do lugar diretamente para a via de tráfego, os ângulos maiores do que 90° estão associados a risco de colisões fronto-laterais oblíquas, com risco de lesões graves acrescido relativamente aos das colisões fronto-traseiras dos ângulos inferiores a 90°.

6.3 Características Físicas dos Lugares de Estacionamento

6.3.1 Estacionamento de veículos ligeiros de passageiros

A tipologia do estacionamento é função da classificação hierárquica das vias. Nas vias coletoras (vias urbanas de nível II) não é aceitável a existência de estacionamento. O estacionamento perpendicular ($\alpha=90^\circ$) só deve ser aplicado em vias distribuidoras locais (nível III) ou de acesso local (nível IV). Nas vias distribuidoras principais (nível II), o estacionamento deve ser paralelo ao eixo da via sempre que possível. No Quadro 6.3, os valores máximos devem ser aplicados às vias estruturantes onde exista uma previsão de elevada rotatividade do estacionamento ou se assegura uma qualidade de serviço elevado com o mínimo de impacto sobre o tráfego rodoviário.

De acordo com o artigo 11º do Decreto-Lei nº81/2006 de 20 de abril, se o estacionamento for lateral à faixa de rodagem, a delimitação do mesmo deve respeitar uma distância mínima de 5 m até ao início da passagem de peões, sendo que as zonas de estacionamento devem deixar livre a largura suficiente para a normal circulação de veículos, não devendo essa largura ser inferior a 3 metros. A delimitação dos lugares de estacionamento na via pública deve respeitar também as regras de distância mínima de estacionamento, constantes do Código da Estrada (Decreto-Lei n.º 102-B/2020 de 9 de dezembro), sendo proibido parar a menos de 5 metros de um e outro lado das interseções.

Considerando as características dimensionais do estacionamento de veículos ligeiros de passageiros, podemos distinguir as seguintes tipologias principais na via pública:

Estacionamento longitudinal (Figura 6.3): esta configuração de estacionamento permite o estacionamento de 10 veículos em cada 50 metros ao longo da faixa de rodagem, fora das zonas de proibição de estacionamento definidas no Código da Estrada.

Estacionamento perpendicular (Figura 6.4): esta configuração permite, em média, o estacionamento de 20 veículos por cada 50 metros de arruamento. Todavia esta gera manobras que podem ocupar as duas vias de circulação do tráfego, sendo por isso mais indicada para ruas residenciais ou de velocidade reduzida. Se não houver condições de visibilidade adequadas, a saída do estacionamento é configurada considerando a marcha atrás dos veículos.

Estacionamento oblíquo (Figura 6.5): nesta configuração, se o ângulo de inclinação (α) em relação ao eixo da via for de 45 graus a largura de 2,50 m anteriormente apresentada (a) e a distância (b) indicado passam a: a = 2,30 m e b = 2,75m ou a = 2,50m e b = 2,50m; para um ângulo (α) de 60 graus, a = 2,30 m e b = 4,15m ou a = 2,50m e b = 4,00m.

As normas de projeto e desenho viário em Espanha estão citadas em (IMTT, I.P. et al., 2011e). De acordo com as referidas normas, resumem-se no Quadro 6.4 as dimensões mínimas e recomendadas para cada tipologia de estacionamento (longitudinal, oblíquo – perpendicular 90° , oblíquo – 30° , 45° , 60°).

Figura 6.3
Estacionamento longitudinal (adaptado de CEREMA, 2016)

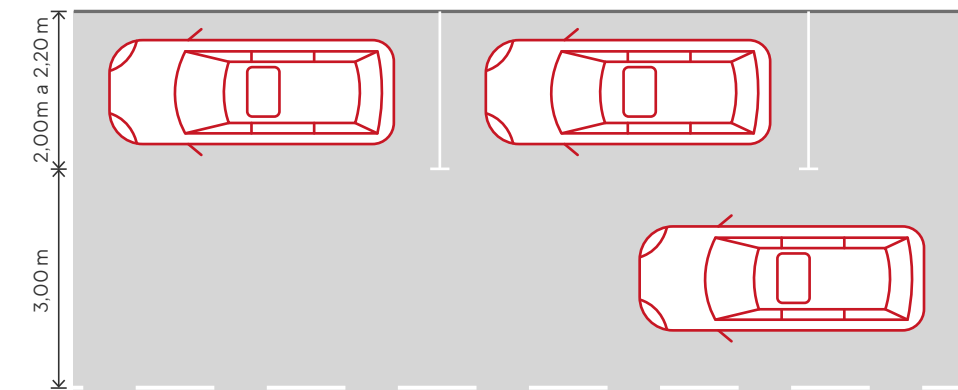


Figura 6.4
Estacionamento perpendicular (adaptado de CEREMA, 2016)

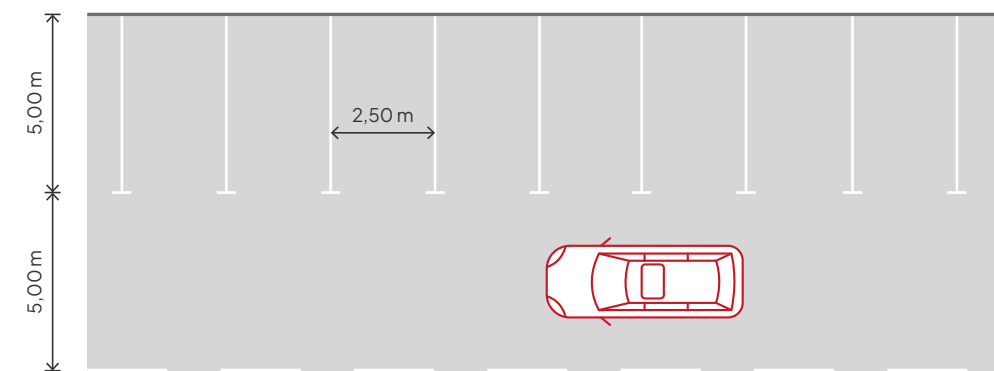
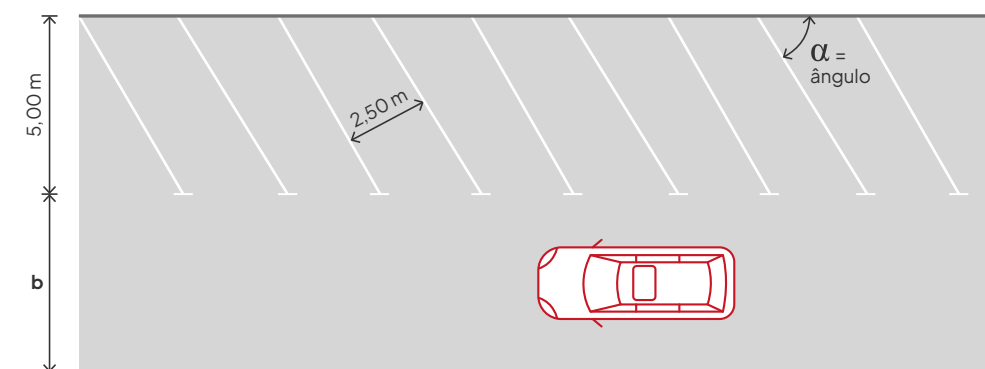
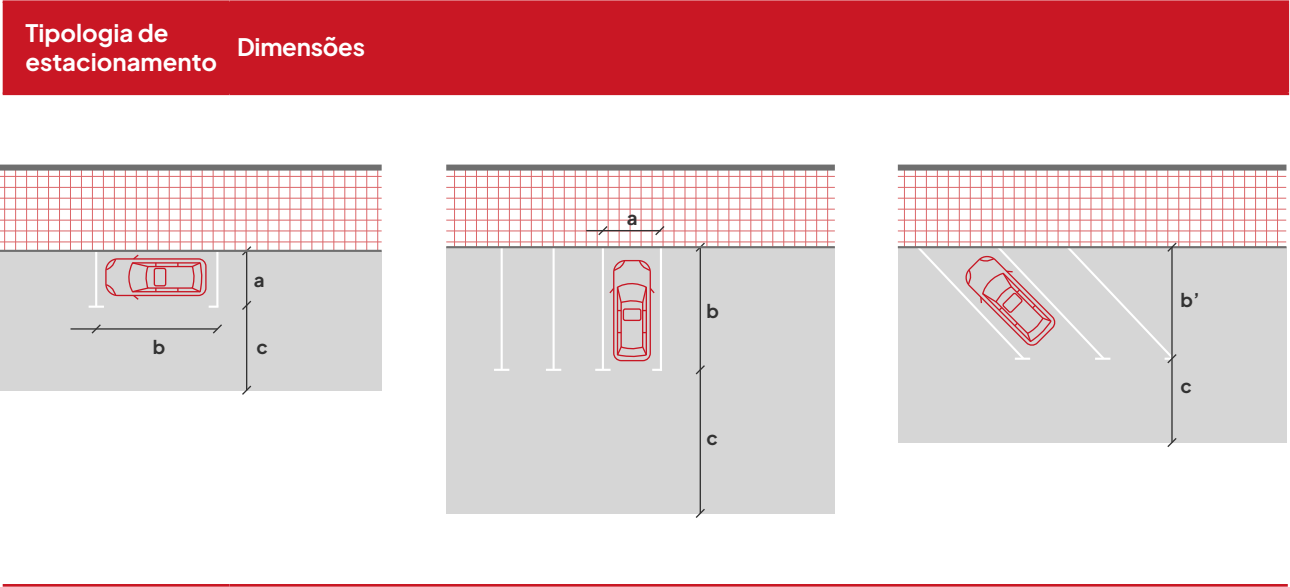


Figura 6.5
Estacionamento oblíquo (adaptado de CEREMA, 2016)



Quadro 6.4
Dimensões do estacionamento segundo a tipologia (adaptado de IMTT, I.P., 2011e)

Tipologia de estacionamento		Dimensões	
Longitudinal	Largura do lugar (a)		
	2,00 m: no caso em que tráfego motorizado pode ser interrompido com a abertura das portas dos veículos estacionados; 2,25 m: no caso em que se pretende reduzir as perturbações causadas pela abertura das portas dos veículos estacionados; 2,40 m: quando existem obstáculos junto ao lugar de estacionamento que impeçam a saída do condutor do veículo.		
	Comprimento do lugar (b)		
	5,00 m		
Perpendicular	Largura necessária para manobras (c)		
	Mínima: 2,50 m Recomendada: 3,00 m		
	Largura do lugar (a)		
	mínima: 2,25 m (apenas para estacionamento de longa-duração) recomendada: 2,40 m		
Obliquo	Comprimento do lugar (b)		
	com o lancil do passeio como limite: 4,20 m sem o lancil do passeio como limite: 4,70 m máxima 5,00 m (valor que pode favorecer o estacionamento ilegal em segunda fila.)		
	Largura necessária para manobras (c)		
	entre 5,00 e 6,00 m		
Obliquo	Largura do lugar (a)		
	2,25 m, para estacionamento a 30° e de longa duração recomendada: 2,40 m máxima: 2,50 m		
	Medida transversal do lugar (b')		
	Variável em função da existência ou não de barreira física que impeça o avanço dos veículos sobre o passeio		
	Estacionamento	Sem barreira física (m)	Com barreira física (m)
	30°	3,60	3,80
	45°	4,10	4,40
	60°	4,40	4,80
	Largura necessária para manobras(c)		
	Estacionamento	Sem barreira física (m)	Com barreira física (m)
30°	3,00	3,00	
45°	3,00	3,20	
60°	3,50	4,00	



6.3.2 Estacionamento adaptado a pessoas com mobilidade condicionada

Em Portugal, o Decreto-Lei nº 163/2006, de 8 de agosto, vertido no “Guia de Acessibilidade e Mobilidade para Todos” (SNRIPD, 2006), aprovou as normas técnicas para a eliminação de barreiras urbanísticas e arquitetónicas nos espaços públicos, incluindo espaços de estacionamento marginal à via pública ou em parques de estacionamento público, equipamentos coletivos e edifícios públicos e habitacionais. De acordo com as referidas normas, o número de lugares reservados para veículos em que um dos ocupantes seja uma pessoa com mobilidade condicionada deve ser pelo menos de:

- Um lugar em espaços de estacionamento com uma lotação não superior a 10 lugares;
- Dois lugares em espaços de estacionamento com uma lotação compreendida entre 11 e 25 lugares;
- Três lugares em espaços de estacionamento com uma lotação compreendida entre 26 e 100 lugares;
- Quatro lugares em espaços de estacionamento com uma lotação compreendida entre 101 e 500 lugares;
- Um lugar por cada 100 lugares em espaços de estacionamento com uma lotação superior a 500 lugares.

Os lugares de estacionamento reservados devem apresentar as seguintes características geométricas (SNRIPD, 2006):

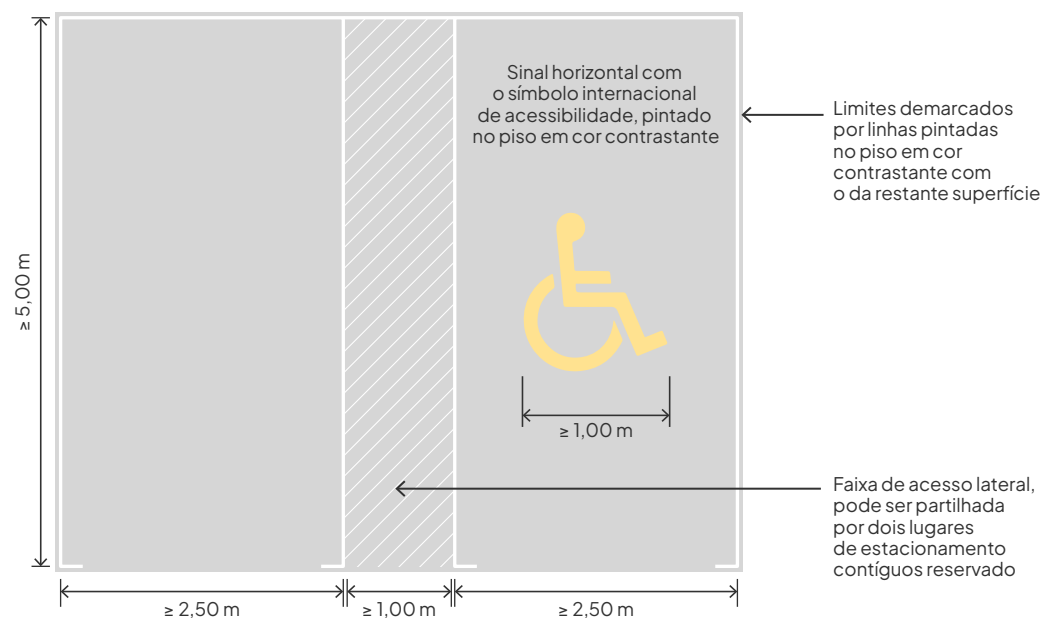
- Ter uma largura útil não inferior a 2,5m;
- Possuir uma faixa de acesso lateral, ligada à rede de percursos acessíveis, com uma largura útil não inferior a 1m;
- Ter um comprimento útil não inferior a 5m;
- Estar localizados ao longo do percurso acessível mais curto até à entrada/saída do espaço de estacionamento ou do equipamento que servem;
- Se existir mais de um local de entrada/saída no espaço de estacionamento, estar dispersos e localizados perto dos referidos locais;
- Ter os seus limites demarcados por linhas pintadas no piso em cor contrastante com a da referida superfície;

- Ser reservados por um sinal horizontal com o símbolo internacional de acessibilidade, pintado no piso em cor contrastante com a da restantes superfície e com uma dimensão não inferior a 1 m de lado, e por um sinal vertical com o símbolo de acessibilidade, visível mesmo quando o veículo se encontra estacionado.

A faixa de acesso lateral pode ser partilhada por dois lugares de estacionamento reservado contínuos (Figura 6.6).

Em França, todas as áreas de estacionamento devem integrar, pelo menos, 2% dos lugares reservados a utilizadores de mobilidade condicionada, sendo que a inclinação transversal desses lugares inferior a 2% (CEREMA, 2016).

Figura 6.6
Dimensões dos lugares acessíveis contíguos (SNRIPD, 2006)



6.3.3 Estacionamento de veículos motorizados de duas rodas

Estacionamento oblíquo ou em espinha: pode ser perpendicular à direção de circulação (ângulo de 90°) ou formar um ângulo de 30°, 45° ou 60° (os mais usuais) entre a orientação do estacionamento e a direção de circulação, sendo que necessita de uma largura em profundidade de 2,00 m (Figura 6.7).

Estacionamento perpendicular: requer uma profundidade de 2,30 m (CEREMA, 2016), ou seja, mais 30 cm do que no caso do estacionamento oblíquo na Figura 6.7.

Estacionamento longitudinal: requer uma largura em profundidade de 1,20m (Figura 6.8).

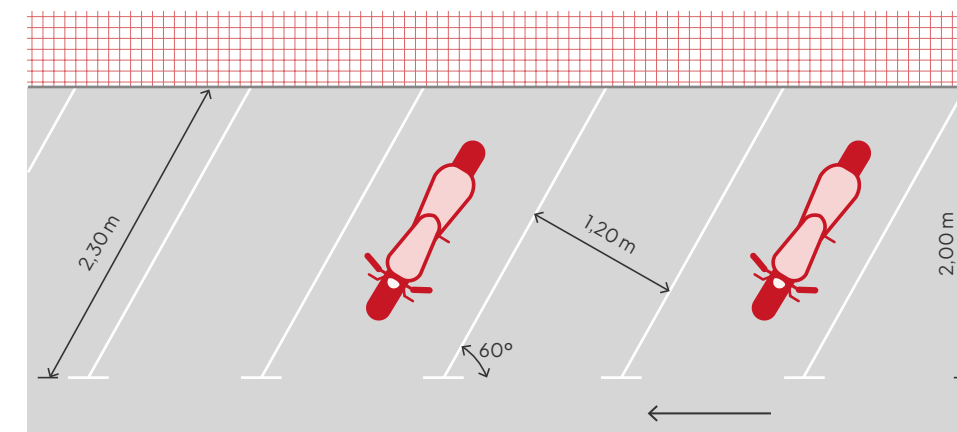


Figura 6.7
Estacionamento oblíquo de motos (adaptado de CEREMA, 2016)

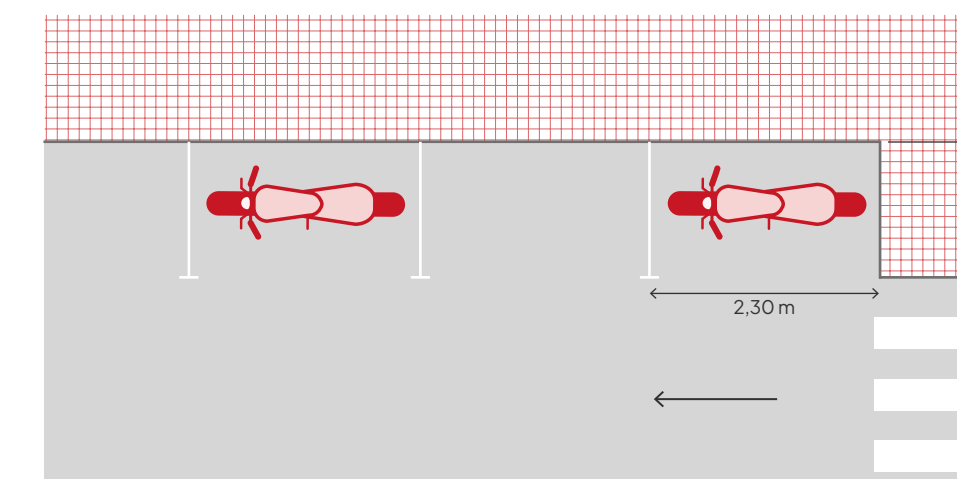


Figura 6.8
Estacionamento longitudinal de motos (adaptado de CEREMA, 2016)

6.3.4 Estacionamento para carga e descarga de veículos pesados de mercadorias

Para facilitar a carga e descarga de mercadorias na via existem várias soluções de estacionamento, que em seguida se referem (Seco, A. et al., 2008):

- Lugares reservados na via para cargas e descargas através de sinalização vertical e de marcações no pavimento;
- Lugares reservados na via em certos períodos do tempo por dia, ou em dias de semana;
- Estacionamento exclusivo para cargas e descargas (proibido para os outros tipos de veículos);
- Vias de tráfego que permitem o estacionamento fora das horas de ponta.

De acordo com Seco, A. et al. (2008), o dimensionamento dos lugares de estacionamento em zonas de carga e descarga de veículos ligeiros de mercadorias deve ser concebido com 8,0m x 2,5m, podendo ser aceitável o valor de largura mínimo de 2,15 m, se o lugar de estacionamento

se desenvolver na continuidade de espaços de estacionamento com essa dimensão e desde que não coloque em cause a fluidez do tráfego.

Os lugares de estacionamento para camiões normais devem considerar as dimensões do veículo tipo conforme se refere no Fascículo 1, subcapítulo 3.4.1. Assim, não devem ter dimensões inferiores a 14m x3,5m. No caso de veículos articulados devem ser, pelo menos, de 18,5m x 3,5m, mas se tiverem reboque exigem um maior comprimento de estacionamento dado que o comprimento total (veículo e reboque) pode atingir cerca de 19 metros. São recomendados lugares com orientação de 90 ou 45 graus, que permitam a entrada e saída no mesmo sentido, e as vias de acesso devem dispor pelo menos de 6,0 m de largura e ser de sentido único. Em parques cobertos há que considerar a altura máxima dos veículos pesados com contentores (4,2 metros, de acordo com Seco, A. et al., 2008).

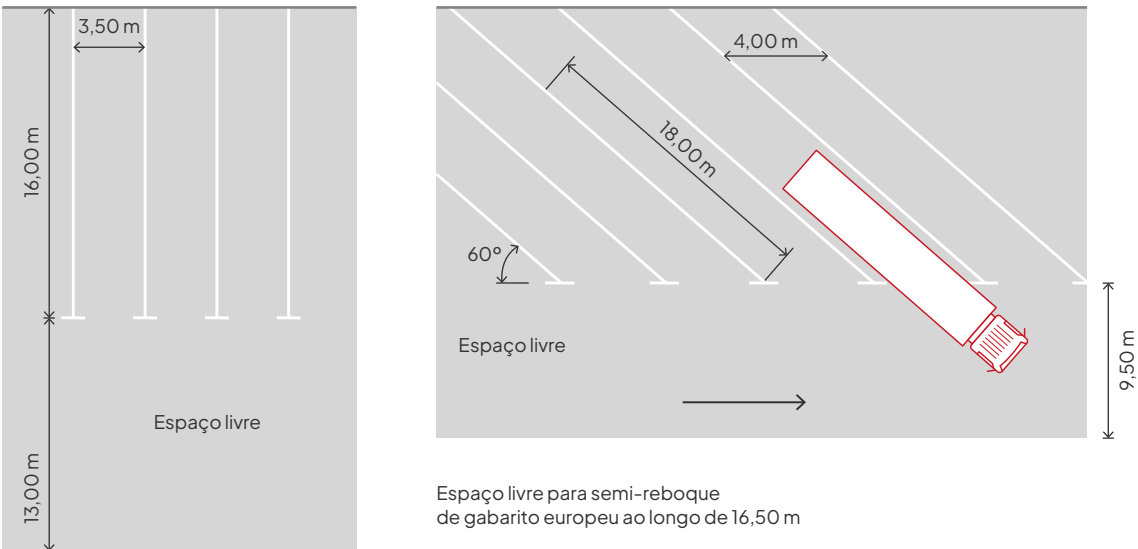
A configuração do estacionamento de veículos pesados articulados está representada na Figura 6.9. Considerando o estacionamento oblíquo a 60 graus do eixo da via, a largura do espaço livre frontal para manobras é de 9,5 metros, sendo a largura mínima do estacionamento de 4,00 m. Se o estacionamento for perpendicular ao eixo da via (conforme ilustrado na parte esquerda da Figura 6.9), a largura mínima do lugar de estacionamento é de 3,5 metros e a largura do espaço de manobra frontal de 13,0 metros.

O Decreto-Lei nº 133/2014 revê o peso máximo de determinados veículos a motor e seus reboques e define as referidas dimensões máximas autorizadas para circulação. Altera o Regulamento que fixa os pesos e as dimensões máximas autorizados para os veículos em circulação, aprovado pelo Decreto-Lei 99/2005, de 21 de junho, alterado pelos Decretos-Lei 131/2006, de 11 de julho, 203/2007, de 28 de maio e 133/2010, de 22 de

dezembro. As dimensões definidas são as medidas de comprimento, largura e altura do contorno envolvente de um veículo compreendendo todos os acessórios para os quais não esteja prevista uma exceção. Assim, no artigo 3º são definidos os comprimentos máximos a atender:

- Veículos a motor de 2 ou mais eixos: 12 m;
- Reboques de 1 ou mais eixos: 13,5m;
- Automóveis pesados de passageiros com dois eixos: 13,5m;
- Automóveis pesados de passageiros com três ou mais eixos: 15 m;
- Automóveis pesados de passageiros articulados: 18,75m;
- Conjunto do veículo trator-semirreboque de três ou mais eixos de 16,5 m;
- Conjunto veículo a motor-reboque: 18,75 m;
- Comboios turísticos: 18,75m;
- Máquinas com motor de propulsão ou rebocáveis: 20 m.

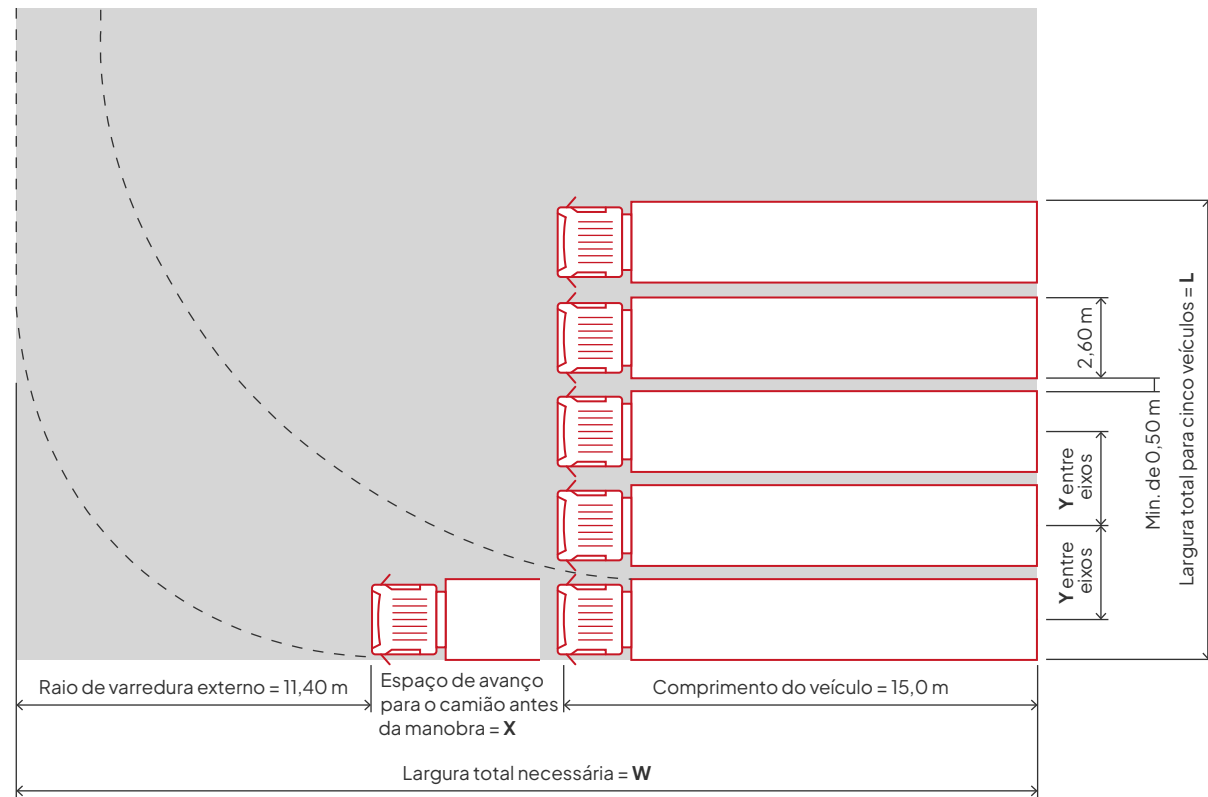
Figura 6.9
Estacionamento de veículos pesados de mercadorias (INRS, 2010)



Quadro 6.5
Espaço necessário para o estacionamento perpendicular de cinco veículos de transporte de mercadorias não refrigerado com 15 m de comprimento (Austroads, 2017d)

Y (m)	L (m)	S (m²)	W (m)
5,00	22,50	123,00	27,4
4,40	20,10	114,00	28,4
4,00	18,50	109,00	29,4
3,70	17,30	103,00	30,4
3,40	16,10	101,00	31,4
3,00	14,50	94,00	32,4

Figura 6.10
Estacionamento perpendicular de veículos pesados de mercadorias de grande dimensão considerando a área de varredura (adaptado de Littlefield, D., 2011)



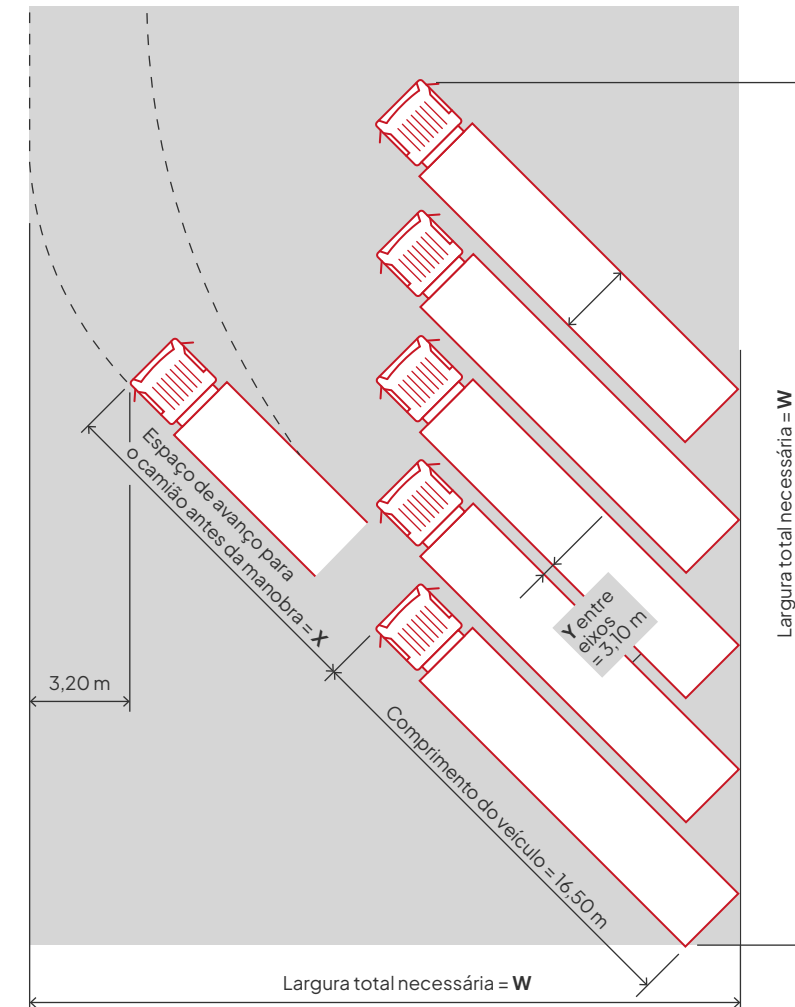
Nas dimensões antes referidas estão compreendidas as superestruturas amovíveis e os dispositivos de carga normalizados, como contentores.

Na Figura 6.10 e Quadro 6.5 ilustram-se os requisitos para o estacionamento de veículos pesados de mercadorias, tendo em consideração o espaço frontal livre para estacionar de forma ordenada em lugares de estacionamento construídas para carga e descarga de mercadorias (Littlefield, 2011).

No Quadro 6.5 representa-se a largura total necessária para estacionar (W), em função dos seguintes parâmetros: comprimento do lugar de estacionamento (L), distância medida transversalmente, entre os eixos geométricos longitudinais de veículos contíguos (Y) e área por veículo em m^2 (S).

No caso do estacionamento oblíquo (a 45°) de cinco veículos de mercadorias considerados de grande dimensão (em Portugal, vide dimensões máximas que constam no Decreto-Lei nº 133/2014), a configuração do estacionamento e largura total necessária para estacionar (W) está representada na Figura 6.11 e Quadro 6.6.

Figura 6.11
Estacionamento oblíquo de veículos pesados de mercadorias de grande dimensão (adaptado de Littlefield, D., 2011)



Quadro 6.6
Espaço necessário para o estacionamento oblíquo de cinco veículos de transporte de mercadorias não refrigerado com 15 m de comprimento (Littlefield, D., 2011)

Y	L	S	W (m)
4,80	39,50	145,00	18,40
4,50	37,50	144,00	19,10
4,20	36,10	144,00	19,80
3,90	34,40	141,00	20,50
3,60	32,70	139,00	21,20
3,40	31,60	138,00	21,90

6.3.5 Zonas de paragem para tomada e largada de passageiros

A disponibilização de zonas de paragem para tomada ou largada de passageiros é importante para prevenir o congestionamento junto a pólos geradores de tráfego pedonal e promover a integração modal (por exemplo *Kiss&Ride*), neste caso tornando a mobilidade em transporte público mais competitiva e atrativa. No sistema de *Kiss&Ride*, deve ser assegurado estacionamento de curta duração que permita uma elevada rotatividade de lugares, sem prejudicar a operação dos veículos de transporte coletivo (por exemplo, de autocarros).

As zonas de paragem para tomada e largada de passageiros estão geralmente localizadas perto de creches, escolas, estações de comboio ou terminais de passageiros (*Kiss&Ride*), sendo os passageiros do veículo automóvel largados/tomados nesse local, de forma rápida.

As zonas de paragem são indicadas por sinais de trânsito que limitam a paragem a um período temporal de curta duração (ver Figura 6.12). Em Portugal, a sinalização deve respeitar o Regulamento de Sinalização do Trânsito. Assim, as suas dimensões e restantes características (formas, cores, inscrições, símbolos) devem ter em conta o disposto no Decreto-Regulamentar nº 6/2019, de 22 de outubro, ratificado pela Declaração de Retificação nº 60-A/2019 de 20 de dezembro.

Figura 6.12
Exemplo de sinalização de local de estacionamento e paragem proibidos das 7 às 20 h, exceto para cargas e descargas



As câmaras municipais fixam por regulamento os regimes de estacionamento para transportes públicos de aluguer em veículos automóveis ligeiros de passageiros (transportes por táxi), podendo ser em regime livre, condicionado, fixo e com escalas que assegurem uma prestação sequencial de serviço. No regime condicionado, os táxis podem estacionar em qualquer dos locais reservados para o efeito até ao limite de lugares. No caso de regime fixo, os táxis são obrigados a estacionar em locais marcados e constantes da respetiva licença (conforme Decreto-Lei nº 251/98 de 11 de agosto e alterações ocorridas até à Lei nº 35/2016 de 21 de novembro). As atuais características dos táxis em Portugal estão regulamentadas pelas Portarias n.º 277-A/99 de 15 de abril e nº 1318/2001, de 29 de novembro. Os parâmetros para a definição de praças de táxi em cada município devem decorrer de instrumentos de planeamento urbanístico e planos de mobilidade que delimitam as zonas necessárias para estacionamento de táxi. O número de lugares de estacionamento deverá ser definido em regulamentos municipais e atender às regras de dimensionamento dos lugares de estacionamento de veículos ligeiros de passageiros.



Assinaturas

Lisboa, LNEC,
março de 2021 (1ª versão)
e abril de 2024 (versão revista)

VISTO



António Carlos Faria Lemonde de Macedo
O Diretor do Departamento de Transportes

AUTORIA



Sandra Vieira
Investigadora Auxiliar



Carlos Roque
Bolsheiro de Pós-Doutoramento



Elisabete Arsénio
Investigadora Auxiliar



João Manuel Serra Garcia Ferreira
Bolsheiro de Investigação



João Lourenço Cardoso
Investigador Principal com Habilitação

Referências bibliográficas

ALMEIDA ROQUE, C., 2005 – **Manual de boas práticas em sinalização urbana**. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.

ANSR, 2019 – **Manual de apoio à implementação de zonas 30**. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Oeiras.

APA-Agência Portuguesa do Ambiente (Eds.), 2010 – **Projeto Mobilidade Sustentável. Conceção, Principais Conclusões e Recomendações**. Agência Portuguesa do Ambiente, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Amadora. (ISBN 978-972-8577-51-3)

Austroroads, 2017b – **Guide to Road Design Part 3: Geometric Design. Third Edition**. Sydney, Australia.

Austroroads, 2017d – **Guide to Road Design Part 4: Intersections and Crossings** – General. Second Edition. Sydney, Australia.

CARDOSO, J. L., 2010 – **Recomendações para definição e sinalização de limites de velocidade máxima**. Prevenção Rodoviária Portuguesa. Lisboa, ISBN978-972-98080-4-3

CEREMA, 2016 – **Voirie urbaine. Guide d'aménagement**, Lyon, France.

CEREMA, 2017 – **Les pôles d'échanges au service de l'intermodalité et de la ville durable**, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Lyon.

CEREMA, 2018 – **Points d'arrêt de bus et de car accessibles à tous: de la norme au confort**, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Lyon.

CML, 2018 – **Lisboa: O Desenho da Rua**. Manual de espaço público. 1ª Edição, CML – Departamento de Espaço Público, Departamento de Urbanismo.

CROW, 1998 – **Recommendations for traffic provisions in built-up areas – ASVV**. Record 15, Den Haag, The Netherlands.

DECRETO-LEI N.º 102-B/2020, 2020. **Código da Estrada**. Diário da República n.º 238/2020, Série I de 2020-12-09.

DECRETO-LEI N.º 80/2016, 2016 – **Alteração ao Código da Estrada**. Diário da República n.º 228/2016, Série I de 2016-11-28.

DECRETO-LEI N.º 163/2006, 2006 – **Normas técnicas de acessibilidade e regras para a sua aplicação às edificações e espaços públicos**. Diário da República n.º 152/2006, Série I de 2006-08-08.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 1995 – **Geometric Design of Major/minor Priority Junctions – Department for Transport** – TD 42/95 – Volume 6, Section 2, Part 6 of Design Manual for Roads and Bridges – Road Geometry Junctions. U.K.

DfT, 2007 – **Manual for Streets**. Department for Transport, London, UK.

DJURHUUS, O., 1991 – **Trough Traffic in Small Towns**. Safety and Environmental Aspects – Routes/Roads 04.03.B. special 1991. 1-44.

ELVIK, R. EVAA, T., 2004 – **The Handbook of Road Safety Measures**. Pergamon, Oslo.

IMTT, I.P., 2011c – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Rede Pedonal – Princípios de Planeamento e Desenho**. Lisboa.

IMTT, I.P., 2011d – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Acalmia de Tráfego – Zonas 30 e Zonas Residenciais ou de Coexistência**. Lisboa.

IMTT, I.P., 2011e – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Políticas de Estacionamento – Estratégias, conceitos, parâmetros**. Lisboa.

IMTT, I.P., 2011f – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Guia para a elaboração de Planos de Mobilidade e Transportes**. Lisboa.

INRS (2010) – **La circulation en entreprise**, Paris, France.

LITTLEFIELD, D., 2011 – **Manual do Arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto**, Bookman, Porto Alegre, Brazil.

MARQUES, S., 2005 – **Engenharia de Segurança Rodoviária em áreas urbanas – Recomendações e Boas Práticas**, Edição Prevenção Rodoviária Portuguesa.

MATD, 2001 – **Traffic Calming Protocol Manual Municipality of Anchorage Traffic Department**, Alaska.

NATIONAL ROADS AUTHORITY, 2005 – **Guidelines on Traffic Calming for Towns and Villages on National Roads**. St Martin's House, Waterloo Road, Dublin.

PIRES DA COSTA, A., 2008 – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Transportes Públicos**, CCDR Norte.

ROQUE, C.; CARDOSO, J.L., 2011 – **Critérios de segurança para a área adjacente à faixa de rodagem**. Estudo realizado por solicitação do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I.P. Relatório LNEC, Lisboa.

SECO, A., GONÇALVES, J., PIRES DA COSTA, A., 2008a – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Estacionamento**, CCDR Norte.

SECO, A., MACEDO, J., PIRES DA COSTA, A., 2008b – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Peões**, CCDR Norte.

SECO, A., PAIS ANTUNES, A., PIRES DA COSTA, A., 2008c – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias**, CCDR Norte.

SECO, A., RIBEIRO, A., MACEDO, J., 2008d – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Acalmia de Tráfego**, CCDR Norte.

SILVA, A. B., SECO, A., SANTOS, S., 2011a – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 2 – Critérios para definição dos Trechos de Intervenção**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa. SILVA,

SILVA, B., SECO, A., SANTOS, S., 2011c – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 4 – Tratamento do Trecho urbano em atravessamento de Localidades**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa.

SILVA, A. B. E SANTOS, S., 2011 – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 1 – Medidas Individuais aplicadas em Atravessamento de Localidades**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa.

SILVA, A. B. E SECO, A., 2012 – **Dimensionamento de Rotundas – Documento Síntese – Disposições Normativas**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P. Lisboa.

SILVA, A. B., SECO, A., SANTOS, S., 2011b – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 3 – Tratamento de zonas de Aproximação e Transição**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa.

SILVA, F. E CUSTÓDIO, R., 2013 – **Zonas 30 – Segurança rodoviária, visa e vitalidade para os bairros da cidade de Lisboa**, Lisboa

SNRIPD, 2006 – **Guia Acessibilidade e Mobilidade para Todos. Apontamentos para uma melhor interpretação do DL 163/2006 de 8 de agosto**. Edição do Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência.

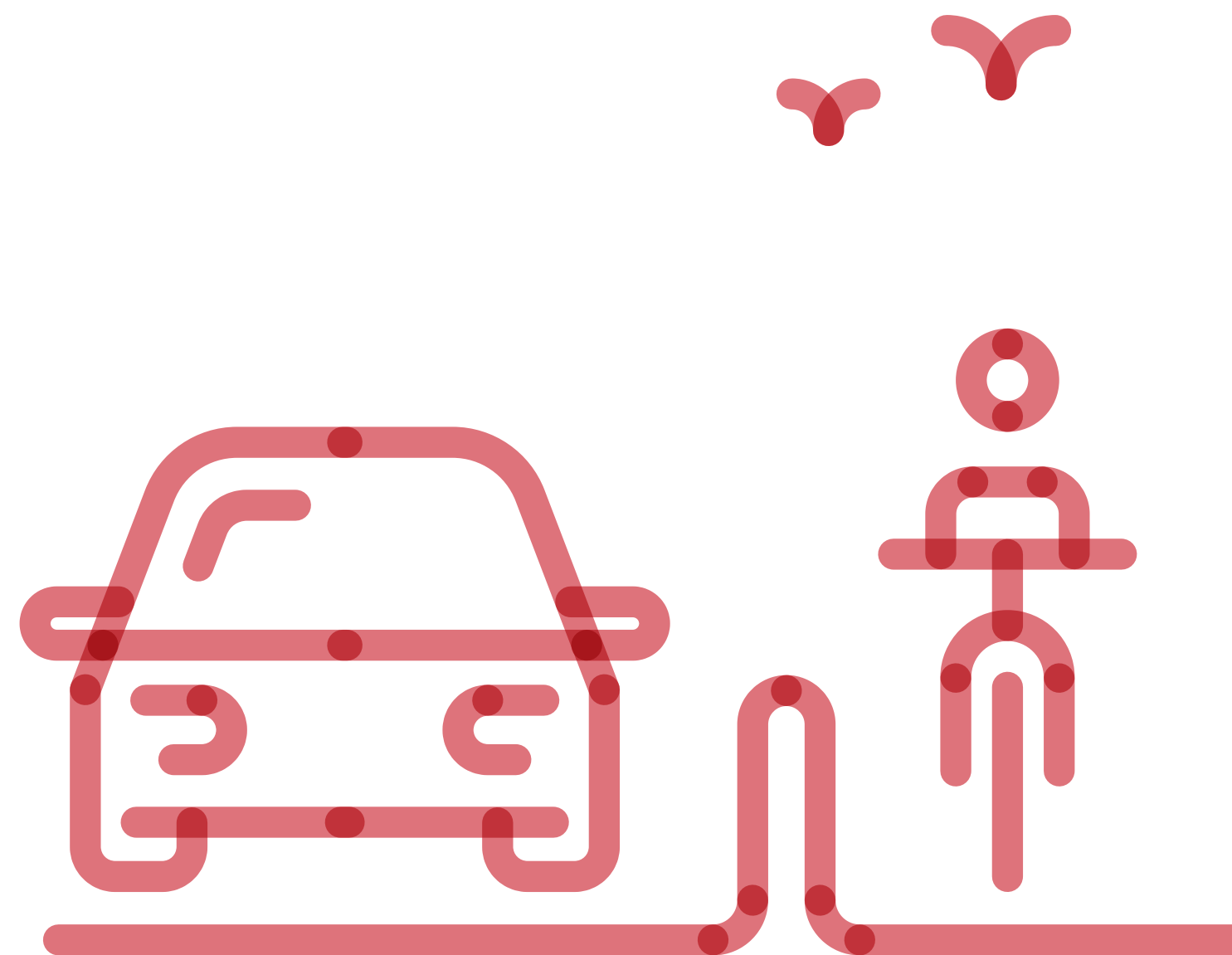
STIF, 2011 – **Aménagement points d'arrêt**. Cahier de référence, France.

SMTC Tisséo (2016) – **Cahier technique des aménagements preconises pour l'amelioration des circulations des bus du reseau urbain**, Cahier technique des aménagements, SMTC Tisseo.

TRB, 2010 – **Highway Capacity Manual 2010**. Transportation Research Board, Washington, D.C.

YORK, I.; BRADBURY, A.; REID, S.; EWINGS, T.; PARADISE, R., 2007 – **The Manual for Streets: Redefining Residential Street Design**. TRL Report No. 661. Crowthorne: TRL.

ZAIDEL, D., A. S. HAKKERT, *Et al.*, 1992 – **The use of road humps for moderating speeds on Urban streets**. Accident Analysis & Prevention 24(1): 45–56.





**IMT – Instituto da Mobilidade
e dos Transportes, I.P.**
Avenida Elias Garcia, 103
1050-098 Lisboa



**Mobilidade
Ativa**

**FUNDO
AMBIENTAL**

www.imt-ip.pt